КНИГОИЗДАТЕЛЬСТВО „СОВРЕМЕННЫЯ ПРОБЛЕМЫ“.

Акад. проф. Анри Пуанкарэ.

Новая механика. Эволюція законовъ.

ДВѢ СТАТЬИ.

Переводъ съ примѣчаніями и двумя вступительными статьями Г. А. ГУРЕВИЧА.

МОСКВА.—1913.

МОСКВА.—1913.
Типографія Торг Дома «Мысль» Петровка, 17.

СОДЕРЖАНІЕ.

НОВАЯ МЕХАНИКА.

Предисловіе къ русскому переводу.

Предлагаемая благосклонному вниманію читателя книжка представляетъ собою переводъ двухъ весьма интересныхъ статей величайшаго современнаго французскаго физико-математика, академика проф. Анри Пуанкарэ, въ которыхъ глубина философской мысли соединена съ рѣдкой геніальностью литературнаго изложенія.

Первая приводимая здѣсь статья „Новая механика", воспроизводитъ его рѣчь, которую онъ прочиталъ въ аудиторіи Общества Любителей Естествознанія въ Берлинѣ по просьбѣ предсѣдателя этого Общества. Она посвящена такому интересному и въ то же время такому трудному съ перваго взгляда вопросу, какъ ученіе объ относительности. Это новое ученіе, неизложенное еще ни въ одномъ изъ учебниковъ, появившихся въ Россіи, вызвало такой переломъ въ научномъ міровоззрѣніи, котораго еще не было въ исторіи естествознанія, не исключая даже перехода отъ Птоломеевской системы міра къ Коперниковской.

Пуанкарэ крайне осторожно старается изложить это новое ученіе, и поэтому онъ совершенно не затрагиваетъ въ высшей степени интересныхъ работъ, появившихся въ самое послѣднее время. Излагая принципъ относительности въ формулировкѣ Лоренца, онъ, боясь, повидимому, увлеченія, совершенно не касается такихъ крайне важныхъ работъ, какъ работы Альберта Эйнштейна, Германа Минковскаго, Макса Планка и другихъ. Между тѣмъ работы этихъ послѣднихъ, коренными образомъ измѣняющія наши привычныя понятія, главнымъ образомъ и приковываютъ къ себѣ вниманіе всѣхъ интересующихся успѣхами естествознанія: вытекая изъ изслѣдованій Лоренца, онѣ приводятъ къ выводамъ, которые не согласуются съ выводами, къ которымъ пришелъ Лоренцъ.

Принявъ это во вниманіе, я счелъ нужнымъ приложить къ статьѣ Пуанкарэ свою вступительную статью „На порогѣ новаго міровоззрѣнія“ и обширныя примѣчанія. Цѣль моихъ примѣчаній и статьи, такимъ образомъ,—не только дополнить сказанное авторомъ, но также разсматривать тѣ же вопросы съ другихъ, новыхъ точекъ зрѣнія, иногда даже несогласныхъ со взглядомъ автора.

Вторая статья Пуанкарэ—„Эволюція законовъ“—написана имъ на тему, которая составляла предметъ его извѣстной рѣчи на четвертомъ интернаціональномъ конгрессѣ по вопросамъ фи-

лософіи въ 1911 году въ Болоньѣ. Блестящая по внѣшности и глубокая по содержанію, она съ большимъ удовольствіемъ должна быть прочитана всѣми, кто интересуется философіей естествознанія.

Въ моемъ вступленіи „О характерѣ научныхъ положеній“ я старался дать подготовительныя свѣдѣнія къ „Эволюціи законовъ“ и также подробнѣе развить нѣкоторые вопросы, лишь бѣгло затронутые авторомъ.

Да пробудитъ эта небольшая книжка въ читателѣ любовь къ научному мышленію!

Г. А. Гуревичъ.

Май 1912 г.

Вступительная статья къ русскому переводу.

На порогѣ новаго міровоззрѣнія.

„Если бы Богъ предложилъ мнѣ на выборъ въ правой рукѣ всю истину, а въ лѣвой единое, вѣчное стремленіе къ истинѣ, соединенное съ постоянными заблужденіями, я принялъ бы во вниманіе, что сама истина существуетъ только для одного Бога и почтительно попросилъ бы Его отдать мнѣ то, что лежитъ въ его лѣвой рукѣ“.

Лессингъ.

На глазахъ нашего поколѣнія происходитъ грандіозный переворотъ въ области всего положительнаго знанія, того, что можно назвать естествознаніемъ въ обширномъ смыслѣ. Этотъ переворотъ, или кризисъ, особенно чувствуется въ основѣ всего естествознанія, въ физикѣ, и по своему революціонному характеру едва ли даже имѣетъ себѣ аналога въ прошломъ. Неожиданныя

открытія послѣдняго времени, сдѣланныя въ соприкасающихся между собою областяхъ физики и химіи, привели къ ряду блестящихъ идей, прямо ошеломляющихъ натуралиста добраго стараго времени.

Нѣкоторые факты, обнаруженные въ недавнемъ прошломъ, оказались совершенно необъяснимыми съ точки зрѣнія старыхъ ученій, поэтому явилась необходимость въ пересмотрѣ, въ переоцѣнкѣ цѣнностей тѣхъ основныхъ положеній, на которыхъ зиждется зданіе естествознанія. И вотъ, самые основные законы, на которыхъ опирается познаніе природы, вдругъ пріобрѣли какую-то зыбучесть и неустойчивость. Всѣ твердо установившіяся, казалось, „незыблемыя“ понятія физики и химіи вдругъ зашатались, заколебались на глазахъ у всѣхъ.

Вѣчная матерія утратила свое безсмертіе и сквозь поднявшійся въ наукѣ туманъ виднѣется ея начало и конецъ.

Неразложимый атомъ превратился въ цѣлый міръ ужасающей сложности, энергія смѣшалась съ матеріей, элементы превратились во что-то измѣнчивое и тягучее.

Завязался между физиками ожесточенный споръ по вопросу, не надо ли совершенно изгнать міровой эѳиръ, въ реальности котораго недавно еще никто не сомнѣвался, изъ картины міра.

Лучистая энергія оказалась, повидимому, существующей самостоятельно и способной само-

стоятельно, безъ помощи передатчика, распространяться черезъ пустоту пространства.

Механика—эта твердыня естествознанія и идеалъ всѣхъ остальныхъ естественныхъ наукъ—затряслась въ самомъ фундаментѣ своемъ.

Однимъ словомъ, въ настоящее время нѣтъ ни одного физическаго закона, ни одного общаго принципа, который не подвергался бы сомнѣнію; всѣ безъ исключенія физическія истины привлекаются къ суду критики, такъ что иногда даже начинаешь думать, не наступили ли въ теоретической физикѣ времена первобытнаго хаоса!..

Новые факты и новыя идеи привели насъ къ тому убѣжденію, что законы и принципы, недавно казавшіеся всеобъемлющими, универсальными, имѣющими силу всегда и вездѣ—„абсолютными“ истинами, должны быть признаны лишь условными, „относительными,“ дѣйствительными лишь въ извѣстныхъ предѣлахъ. Прежняя архитектура міроззданія ломается, и на ея мѣсто возводится новая, хотя всѣ линіи ея не вполнѣ еще выяснены. Но наука неуклонно стремится впередъ къ вершинѣ человѣческаго знанія, откуда открываются широкія перспективы. Мы переживаемъ бурный моментъ, когда реформируются старыя научныя понятія и созидаются новыя мысли и идеи.

Изъ этихъ новыхъ идей, одна идея сказывается особенно интересной и приковываетъ къ себѣ вниманіе всѣхъ, интересующихся успѣхами познанія

природы. Именно, съ 1905 г. мы являемся свидѣтелями возникновенія новаго грандіознаго теоретическаго принципа, новаго „основного закона природы“, настолько универсальнаго, что если онъ окончательно окрѣпнетъ, т.-е. если онъ упорядочитъ хаосъ фактовъ, не поддающихся объясненію,—а къ этому онъ имѣетъ значительные шансы,—то его на іерархической лѣстницѣ основныхъ началъ можно будетъ поставить рядомъ съ принципомъ сохраненія энергіи. Я имѣю въ виду „принципъ относительности“, перестраивающій всю классическую механику и обращающій въ развалины все зданіе „физики міроваго эѳира“.

Немало найдется въ настоящее время лицъ, которыя полагаютъ, что быстрая смѣна господствующихъ научныхъ понятій и воззрѣній ведетъ къ выводу о „банкротствѣ науки“. Но мы ни въ коемъ случаѣ не можемъ съ ними согласиться. Конечно, нельзя не признать, какъ я уже выше отмѣтилъ, что новые принципы, замѣняющіе старые, находятся еще только на пути своего образованія, что современный человѣкъ быстрѣе разрушаетъ, чѣмъ строитъ. Пока будутъ воздвигнуты новыя зданія, способныя пріютить нашу мысль, нагромоздится немало развалинъ. Мы пока находимся въ періодѣ разрушенія и, слѣдовательно, переживаемъ анархію.

Но эта анархія ни въ коемъ случаѣ не имѣетъ вліянія гибельнаго землетрясенія и не ведетъ къ

выводу о „банкротствѣ науки“; наоборотъ, она въ высшей степени благопріятствуетъ прогрессу науки, такъ какъ удаляетъ съ физической картины міра ея несущественныя составныя части и старается воздвигнуть новое зданіе, болѣе помѣстительное и долговѣчное, болѣе стройное и совершенное. чѣмъ старое.

Вообще говоря, настроеніе современныхъ ученыхъ ни въ коемъ случаѣ нельзя назвать пессимистическимъ, такъ какъ въ настоящее время они склонны считать разрѣшимыми даже тѣ проблемы, осилить которыя казалось невозможнымъ даже самымъ передовымъ ученымъ два-три десятилѣтія тому назадъ. И если мы раньше думали, что физическій міръ представляетъ собою нѣчто очень простое, управляется незначительнымъ числомъ элементарныхъ законовъ, въ настоящее время мы пришли къ заключенію, что онъ, напротивъ, очень сложный, ужасающій комплексъ явленій.

Слѣдствіемъ этого многосложнаго обилія новыхъ фактовъ и пестраго разнообразія новыхъ идей и является происходящая въ настоящее время въ области естествознанія громкая борьба между двумя объединяющими міросозерцаніями, борьба, которая по своему революціонному характеру можетъ сравниться только съ борьбой за міровоззрѣніе Коперника. Я имѣю въ виду б о р ь б у м е ж д у   м е х а н и ч е с к и м ъ   и   э л е к т р о м а г н и т н ы м ъ   о б ъ я с н е н і е м ъ   к а р т и н ы   м і р а.

Въ дальнѣйшемъ я постараюсь изложить, въ общихъ чертахъ, современное состояніе этого въ высшей степени интереснаго вопроса.

* * *

Мыслящій человѣкъ всегда чувствуетъ потребность въ цѣльномъ всеобъемлющемъ міровоззрѣніи, потребность подкрѣпить болѣе устойчивыми мыслями тѣ духовныя воспроизведенія фактовъ, которыя не сопровождаются ясно выраженнымъ чувствомъ увѣренности. Эта потребность подкрѣпленія болѣе шаткихъ мыслей сильнѣйшими, называемая также потребностью причинности, является главымъ стимуломъ естественно-историческихъ объясненій. Въ основу при этомъ мы кладемъ, разумѣется, испытаннѣйшія мысли. Такія устойчивыя мысли даютъ намъ механическія конструкціи, такъ какъ ихъ надежность обезпечена тѣмъ, что мы можемъ ихъ каждую минуту подвергнуть испытанію. Съ другой стороны, человѣческій умъ является какъ бы приборомъ, на который внѣшній міръ реагируетъ только движеніемъ. Недаромъ такія основныя первичныя понятія какъ время и пространство неразрывно связаны съ движеніемъ.

Наиболѣе распространеннымъ физическимъ міровоззрѣніемъ до настоящаго времени являлось поэтому механическое міровоззрѣніе, т.-е. такое, при которомъ всѣ процессы сводятся

на движенія одинаковыхъ элементарныхъ матеріальныхъ частичекъ, находящихся подъ дѣйствіемъ опредѣленныхъ силъ.

„Въ истинной философіи,—писалъ еще великій голландскій ученый Христіанъ Гюйгенсъ,—причину всѣхъ явленій природы стараются понять съ точки зрѣнія механики. По моему мнѣнію, это такъ и слѣдуетъ, иначе придется отказаться навсегда отъ всякой надежды понимать что-нибудь въ физикѣ“.

Дѣствительно, самыя цѣнныя, самыя прочныя и плодотворныя наши научныя понятія и самыя удовлетворительныя „объясненія“ и „пониманія“ явленій до сихъ поръ были механическія, основанныя на законахъ движенія. Еще сравнительно недавно, поэтому, думали, что въ принципахъ механики, въ томъ видѣ, въ какомъ они формулированы Ньютономъ, мы имѣемъ наиболѣе фундаментальные законы природы. Исчерпывающимъ образомъ объясненнымъ считалось какое-нибудь физическое явленіе, когда его удалось свести къ законамъ механики. Задачу теоретической физики можно было кратко опредѣлить, какъ механическое объясненіе процессовъ природы.

„Всѣ физики единодушно признаютъ,—писалъ въ 1894 году геніальный нѣмецкій физикъ Генрихъ Герцъ,—что задачей физики является подведеніе всѣхъ явленій природы подъ простые законы механики“.

Особенно яркое выраженіе этотъ взглядъ получилъ въ словахъ великаго математика Пьера Лапласа объ „умѣ“, который зналъ бы положенія и скорости всѣхъ атомовъ вселенной въ нѣкоторый моментъ и всѣ дѣйствующія силы: такой умъ могъ бы вычислить изъ своей „міровой формулы“ все прошедшее и будущее.

„Главная задача физики,— писалъ знаменитый французскій физикъ Корню,—заключается въ томъ, чтобы показать, какъ наблюдаемые нами факты, изслѣдуемыя нами явленія, соединяемыя сначала эмпирическими законами, въ концѣ концовъ, съ ходомъ научнаго прогресса, подпадаютъ въ общіе законы теоретической механики“.

Но, существенно замѣтить, что является различнымъ дѣломъ пользованіе механическими объясненіями какъ „рабочей гипотезой“, или же связываніе его съ сущностью физическиюъ явленій. При этомъ нельзя утверждать, что природа объясняется именно тѣмъ, что намъ кажется болѣе понятнымъ. Конечно, первоначальныя механическія объясненія, какъ я уже замѣтилъ, не вызывали никакихъ недоумѣній и механическія атомныя теоріи принесли огромную пользу для развитія химіи, ученія о теплотѣ,электронной теоріи и пр. Но въ областяхъ электричества, магнетизма и въ оптикѣ встрѣтились громадныя трудности. Эти трудности оказались непреодолимыми и заставили ученыхъ серіозно усомниться въ правильности укоренившагося воззрѣнія.

Въ настоящее время выдающіеся ученые не только стали отказываться отъ мысли, что всѣ явленія могутъ быть объяснимы при помощи механики, но начали оспаривать и самую точность законовъ Ньютоновской механики.

Считая, что они далеки отъ того, чтобы представлять собою основные законы природы, теперь ихъ разсматриваютъ только какъ формулы, которыя, въ опредѣленныхъ случаяхъ, а именно, когда скорость не очень велика и ускореніе возникаетъ не внезапно, могутъ съ извѣстной степенью приближенія представить движеніе тѣла; относительное же значеніе этихъ формулъ можетъ быть выведено изъ другихъ, болѣе фундаментальныхъ, законовъ природы.

„Какъ мнѣ кажется,—говоритъ извѣстный современный физикъ, проф. І. Д. Ванъ-деръ-Ваальсъ,—мы не имѣемъ никакихъ основаній удивляться тому, что признаніе фундаментальнаго значенія законовъ механики встрѣчаетъ возраженія. Напротивъ, я нахожу гораздо болѣе достойнымъ удивленія то обстоятельство, что еще раньше не искали объясненія законовъ механики въ другихъ, болѣе общихъ, законахъ. Законы механики представляются мнѣ построенными на предположеніи, которое абсолютно не можетъ служить базисомъ нашего естествознанія“.

Къ такому представленію привели не философскія умозаключенія, а новѣйшія многочисленныя открытія изъ области экспериментальной физики.

*
* *

Какъ извѣстно, наука не можетъ сразу изучать природу съ ея безконечно разнообразными явленіями во всемъ ея цѣломъ. Для плодотворности изученія, наука, слѣдуя своему основному методу, принуждена классифицировать явленія, дѣлить природу и вести изслѣдованіе каждой ея части отдѣльно. Такимъ именно путемъ и возникли различныя науки, такъ возникли и подраздѣленія этихъ наукъ и подраздѣленія этихъ подраздѣленій.

Но параллельно и одновременно съ такимъ дѣленіемъ или классифицированіемъ, въ наукѣ всегда идетъ синтетическая работа, работа на объединеніе этихъ частей. Изъ этой работы и вытекаютъ наши представленія о картинѣ міра.

Давно уже было замѣчено, что звукъ есть колебательное движеніе, а потому къ ученію о звукѣ, къ акустикѣ, стали примѣнять законы механики. Затѣмъ пришла очередь за теплотой, которую стали разсматривать „какъ особаго рода движеніе“, что привело къ возникновенію и быстрому развитію новаго, очень интереснаго отдѣла физики—„термодинамики“ или „механической теоріи теплоты“. Далѣе оказалось, что свѣтъ надо считать волнообразнымъ, а законы электриче-

скихъ и магнитныхъ взаимодѣйствій напоминаютъ собою принципы всемірнаго тяготѣнія. Съ другой стороны, примѣненіе принциповъ механики къ астрономическимъ явленіямъ дали неожиданно блестящіе результаты, привели къ возникновенію точнѣйшей науки—„небесной механики“.

Итакъ, всюду вокругъ насъ мы видимъ одно только движеніе; нигдѣ мы не можемъ найти чего-нибудь неподвижнаго, неизмѣннаго. Но наша мысль, чтобы не потеряться въ вѣчно волнующемся, вѣчно неспокойномъ морѣ бытія, настойчиво ищетъ твердыхъ, неподвижныхъ точекъ опоры, стремится найти якорь, за который она могла бы держаться. Великій поэтъ Шиллеръ совѣтовалъ намъ:

„Старайтесь найти вѣчный законъ въ чудесныхъ превращеніяхъ случая,
„Старайтесь отыскать неподвижный полюсъ въ безконечной вереницѣ явленій“.

Естествознаніе, какъ оно до сихъ поръ думаетъ, нашло этотъ „вѣчный законъ“, этотъ „неподвижный полюсъ“. Въ самомъ дѣлѣ, развиваясь на почвѣ механическихъ представленій, наука дошла, наконецъ, до признанія двухъ основныхъ, универсальныхъ, объединяющихъ понятій, на которыхъ она строитъ весь міръ и между которыми она установила полное различіе. Эти понятія суть: матерія и энергія.

Міръ, въ которомъ мы живемъ, согласно этому основному взгляду, въ дѣйствительности двойной міръ, или, скорѣе, онъ состоитъ изъ двухъ міровъ: изъ міра матеріи и міра энергіи. Мѣдь, желѣзо, уголь, вотъ формы матеріи. Свѣтъ, теплота—это формы энергіи. Оба эти міра управляются одинаковымъ закономъ—„закономъ постоянства". Какъ матерію, такъ и энергію нельзя ни создавать, ни разрушать. Онѣ могутъ принимать много различныхъ формъ, но онѣ не могутъ превращаться другъ въ друга. Мы не можемъ наблюдать матерію безъ энергіи и, наоборотъ, энергію безъ матеріи.

Итакъ, съ механической точки зрѣнія матерія и энергія это—два совершенно разныхъ и даже почти исключающихъ другъ друга понятія. Поэтому, когда въ физикѣ изучается какое-либо новое явленіе, напримѣръ, теплота, электричество, то прежде всего ставится вопросъ: матерія это или энергія?—причемъ это „или" всегда бываетъ весьма сильно подчеркнуто.

Съ появленіемъ „электромагнитной теоріи", геніально разработанной англійскимъ физикомъ Джемсомъ К. Максвелломъ, началась новая эра въ физикѣ. Всѣ физическія явленія стали разсматриваться съ совершенно новой точки зрѣнія и, ко всеобщему удивленію, свѣтъ, по этой теоріи, оказался электромагнитнымъ явленіемъ, что и было такъ блистательно подтверждено на опытахъ Герцемъ. Такимъ образомъ

такія съ виду разнообразныя явленія, какъ электрическія, магнитныя и свѣтовыя были связаны вмѣстѣ въ одну область явленій, т.-е. стали считаться происходящими изъ одного общаго источника. Но въ этой новой теоріи, созданіе которой считается однимъ изъ величайшихъ твореній человѣческаго генія, матерія и энергія еще больше отдѣлились другъ отъ друга, чѣмъ это было прежде. Появились новыя понятія электрическаго и магнитнаго поля и каждому изъ этихъ полей приписывалось опредѣленное количество энергіи, но такъ, что для этого не нужно было никакой матеріи.

Электрическое и магнитное поле могутъ находиться и въ пустотѣ. Это ясно, хотя бы уже изъ того, что свѣтъ, согласно этой теоріи состоящій изъ электрической и магнитной энергіи, доходитъ до насъ отъ солнца въ 8 съ лишнимъ минутъ. Спрашивается: гдѣ же находилась его энергія черезъ 4 минуты послѣ того, какъ свѣтъ покинулъ солнце? Очевидно, его энергія находилась между солнцемъ и землею въ пустомъ межпланетномъ пространствѣ, въ пустотѣ, или вакуумѣ, въ чистомъ міровомъ эѳирѣ, гдѣ нѣтъ матеріи.

Но электромагнитная теорія не только отдѣлила матерію отъ энергіи, но въ своемъ дальнѣйшемъ развитіи привела къ возникновенію, развитію и окрѣпленію „электронной теоріи“. Послѣдняя допускаетъ, что отрицательное элек-

тричество есть реальность, состоящая изъ отдѣльныхъ частицъ, изъ „атомовъ электричества“, называемыхъ **электронами**. О сущности положительнаго электричества эта теорія пока еще ничего опредѣленнаго не высказываетъ.

Электроны существуютъ во всѣхъ тѣлахъ и принимаютъ участіе во всѣхъ явленіяхъ природы. Это они являются источникомъ свѣтовыхъ явленій; они же обусловливаютъ проводимость теплоты и электричества. Покоющійся электронъ окруженъ электрическимъ, движущійся—кромѣ того, еще магнитнымъ полемъ. Потокъ движущихся электроновъ составляетъ явленіе электрическаго тока. Колеблющіеся электроны вызываютъ въ пространствѣ электромагнитныя волны, въ частномъ случаѣ—свѣтовыя. Не будучи самъ матеріей въ обычномъ смыслѣ этого слова, **электронъ является какъ бы всеобщимъ составнымъ началомъ всѣхъ видовъ вещества**, какъ бы „**первоосновой матеріи**“.

Электронъ это для насъ **новое понятіе**, совершенно отличное отъ понятія „матерія“, съ одной стороны, и отъ понятія „энергія“, съ другой. Не имѣемъ ли мы въ электронной теоріи, слѣдовательно, уже по меньшей мѣрѣ, три отличныхъ другъ отъ друга основныхъ элементарныхъ понятія: **матерія**, **энергія** и **электричество**?

На это мы должны отвѣтить только отрица-

тельно, такъ какъ многочисленныя тщательныя изслѣдованія показали, что свойства электричества ужъ не такъ отличны отъ свойствъ матеріи и не такъ отличны отъ свойствъ энергіи, какъ это казалось съ перваго взгляда.

Во-первыхъ, электричество бываетъ большею частью соединено съ матеріей и, какъ показываютъ законы электролиза, т.-е. законы прохожденія электричества черезъ жидкость, установленные геніальнымъ англійскимъ физико-химикомъ Михаэлемъ Фарадэемъ и дополненные французскимъ физикомъ Эдмондомъ Беккерелемъ, и какъ это разъяснилъ великій нѣмецкій физикъ и физіологъ Германъ Гельмгольцъ,—электричество, какъ и матерія, состоитъ изъ отдѣльныхъ электроновъ, изъ атомовъ, и соединенія электричества съ матеріей происходятъ по такимъ же законамъ, по которымъ соединяются матеріальные атомы другъ съ другомъ, именно, по законамъ кратныхъ отношеній или химическихъ эквивалентовъ.

Во-вторыхъ, многочисленные тщательно провѣренные факты устанавливаютъ, что отрицательный электронъ, дѣлающійся въ круксовой трубкѣ, въ катодныхъ лучахъ, и въ такъ называемыхъ бета-лучахъ, испускаемыхъ удивительнѣйшимъ веществомъ—радіемъ, такъ сказать, ощутимымъ,—является, какъ уже сказано, всеобщимъ составнымъ началомъ матеріи.

Въ-третьихъ, каждый электронъ, какъ и всякое заряженное тѣло, обладаетъ, какъ это было выше отмѣчено,—въ неподвижномъ состояніи опредѣленной электрической энергіей. Когда же онъ движется, то къ нему прибавляется еще магнитная энергія, аналогичная кинетической энергіи движущагося матеріальнаго атома, и слѣдовательно онъ обладаетъ инерціей.

Но эти факты не рѣшаютъ еще основного вопроса: какова природа этой новой реальности? Состоитъ ли она изъ наэлектризованной и намагниченной матеріи, или имѣетъ иную сущность? Въ настоящее время, повидимому, эта проблема отчасти разрѣшена благодаря тщательнымъ опытнымъ изслѣдованіямъ такихъ выдающихся физиковъ, какъ Кауфманъ, Бухереръ и Гупка.

Каковъ же получился результатъ?

Результатъ получился изумительный: оказалось, что матеріальная масса электрона представляется равной нулю. Другими словами, электронъ есть электричество, совершенно лишенное матеріальнаго носителя.

Выводъ этотъ означаетъ полный переворотъ во всемъ нашемъ научномъ міровоззрѣніи. Благодаря ему, мы далеко отходимъ отъ обычныхъ представленій о матеріи. Дѣйствительно, если матерія образована при посредствѣ соединенія электроновъ,—а это въ настоящее время допускается почти всѣми физиками и химиками,—

то ея главнѣйшее неизмѣнное свойство, масса или инерція — цѣликомъ электромагнитнаго происхожденія; мы приходимъ, такимъ образомъ, къ поразительному заключенію: все матеріальное сводится къ электричеству и магнетизму!

Субстанція электроновъ—вотъ тотъ первичный матеріалъ, изъ котораго путемъ эволюціи возникли вполнѣ стройныя прочныя системы, являющіяся для насъ въ видѣ атомовъ различныхъ химическихъ элементовъ!

Но разъ все матеріальное строится изъ электроновъ, и разъ природа электроновъ всецѣло электромагнитная, то электричество и магнетизмъ должны быть признаны краеугольными камнями всѣхъ процессовъ и явленій во вселенной, всего мірозданія.

Но что же, въ такомъ случаѣ, представляетъ собою электричество? Вѣдь же электричество обыкновенно считалось однимъ изъ видовъ энергіи, т. е. прямой противоположностью матеріи. И здѣсь мы приходимъ къ заключенію, не менѣе удивительному, нежели предыдущіе. Именно, электричество въ строгомъ смыслѣ слова нельзя считать энергіей. Оно становится энергіей, когда „частички" его преобразуются, напримѣръ, въ электро-магнитныя волны (свѣтъ, теплота, электрическій токъ) и становится матеріей, когда

„частички“ его (электроны) сочетаются въ атомы. Само же электричество, какъ реальность, не матерія и не энергія, а источникъ той и другой.

Иначе говоря: то, что считается матеріей, переходитъ въ энергію, а то, что считается энергіей, переходитъ въ матерію. Мы, стало быть, стоимъ наканунѣ, развеществленія (дематеріализаціи) вещества и обвеществленія (матеріализаціи) энергіи...

Итакъ, въ настоящее время можно уже считать несомнѣннымъ, что электронъ является связующимъ звеномъ между матеріей и энергіей. Электронная теорія, такимъ образомъ, представляетъ, во всякомъ случаѣ, всѣ выгоды простоты, ибо она стремится къ объединенію всѣхъ явленій, которыя сводятся къ обнаруженію единой субстанціи — субстанціи электроновъ.

Мысль эта, впрочемъ, была уже высказана давно, въ 1879 году, знаменитымъ англійскимъ физико-химикомъ, первымъ изслѣдователемъ катодныхъ лучей, Вилльямомъ Круксомъ. Изучая прохожденіе электричества сквозь разрѣженные газы въ круксовой трубкѣ, Круксъ высказалъ гипотезу о томъ, что лучи, исходящіе изъ отрицательнаго полюса трубки, изъ катода, представляютъ собою потокъ отрицательно заряженныхъ частичекъ, которые теперь и считаются электронами. Называя эти частички „лучистымъ

состояніемъ матеріи", Круксъ говоритъ: „Изучая четвертое, лучистое состояніе матеріи, мы, какъ мнѣ кажется, имѣемъ подъ руками и въ сферѣ нашихъ изслѣдованій тѣ первичные атомы матеріи, изъ которыхъ, какъ вполнѣ основательно предполагаютъ, состоятъ всѣ тѣла природы. Мы видимъ, что лучистая матерія по однимъ своимъ свойствамъ такъ же матеріальна, какъ вотъ этотъ столъ, по другимъ — она скорѣе похожа на лучистую энергію. Мы, дѣйствительно, коснулись той пограничной области, гдѣ матерія и энергія переходятъ одна въ другую. Я думаю, что величайшія задачи будущаго найдутъ свое разрѣшеніе именно въ этой пограничной области; болѣе того, здѣсь, какъ мнѣ кажется, лежитъ граница всего ральнаго міра!"...

Такимъ образомъ, тотъ дуализмъ, та непроходимая пропасть, которая существовала между матеріей и энергіей и которая составляетъ одну изъ элементарнѣйшихъ истинъ всего естествознанія, оказывается однимъ изъ крупнѣйшихъ заблужденій, и самые фундаментальные и общіе законы природы — законъ сохраненія матеріи и законъ сохраненія энергіи—нуждаются въ новой формулировкѣ.

* * *

Итакъ, электричество является связующимъ звеномъ тѣхъ двухъ основныхъ, элементарныхъ

понятій, которыя до сихъ поръ считались совершенно противоположными.

Но это еще не все.

Именно, эта связь, устанавливаемая между матеріей и энергіей съ точки зрѣнія электронной теоріи, раскрываетъ и аналогію между этими двумя основными понятіями, и аналогію настолько глубокую, что она чуть-чуть что не обращается въ тождество.

Въ самомъ дѣлѣ, если мы, на основаніи новѣйшихъ данныхъ, сопоставимъ между собою цѣлый рядъ свойствъ, присущихъ матеріи, со свойствами, присущими энергіи, то мы замѣтимъ, что эти свойства поразительно похожи другъ на друга.

Попробуемъ сдѣлать это сопоставленіе.

Каковы основныя свойства матеріи и основныя свойства энергіи?

Матерія, какъ извѣстно, занимаетъ опредѣленное мѣсто въ пространствѣ, она имѣетъ объемъ и плотность.—Съ точки зрѣнія новѣйшихъ фактическихъ и теоретическихъ данныхъ, энергія также занимаетъ опредѣленное мѣсто, — она, какъ теперь выражаются, локализована; она занимаетъ опредѣленный объемъ и имѣетъ легко вычисляемую плотность.

Переходъ матеріи изъ одного мѣста въ другое происходитъ и въ пространствѣ и во времени непрерывно. — То же самое въ точности справедливо и для энергіи.

Далѣе, „законъ сохраненія матеріи“ учитъ, что опредѣленное количество матеріи не исчезаетъ въ одномъ мѣстѣ и не появляется сразу въ другомъ какомъ-либо мѣстѣ, а постепенно проходитъ всѣ промежуточныя положенія, отъ начальнаго до конечнаго.—Согласно „закону сохраненія энергіи,“ какъ извѣстно, опредѣленное количество энергіи не можетъ исчезнуть въ одномъ мѣстѣ и вдругъ появиться въ другомъ, а постепенно проходитъ по всѣмъ промежуточнымъ точкамъ, отъ начальнаго ея положенія до конечнаго.

Наконецъ, какъ извѣстно, когда матерія движется, она обладаетъ энергіей движенія или кинетической энергіей, такъ что, если остановить матерію въ ея движеніи, то ощущается толчокъ или давленіе.—Опыты показали, что для приведенія въ движеніе данной энергіи требуется затратить еще добавочную энергію, а если затѣмъ попробовать остановить движущуюся энергію, то также ощущается толчокъ или давленіе, какъ будто *энергія обладаетъ инерціей или массой*.

Какъ ясно видно, всѣ перечисленныя свойства матеріи и энергіи настолько одинаковы, аналогичны, что появляется вполнѣ основательное опасеніе: *да можемъ ли мы вообще отличить матерію отъ энергіи?*

Такъ какъ электромагнитная энергія оказалась обладающей инерціей, массой и такъ какъ электромагнитная природа лучистой энергіи, т. е.

свѣта, теплоты и пр., не подлежитъ никакому сомнѣнію, то вполнѣ допустимо, что и лучистая энергія должна быть матеріализована, обвеществлена...

Дѣйствительно, нельзя установить принципіальнаго различія между лучистой энергіей, несущейся въ пространствѣ со скоростью свѣта, и кинетической энергіей тѣла, несущейся со скоростью этого тѣла. Отсюда заключеніе: лучистая энергія обладаетъ массой.

Всѣ наши опыты подтверждаютъ тождество массы инерціи и массы тяготѣющей, — отсюда въ высшей степены поразительные выводы: масса лучистой энергіи представляетъ собою и тяготѣющую массу!

Признавъ, что лучистая энергія обладаетъ массой, само собою вытекаетъ выводъ, что излученіе не только охлаждаетъ матеріальный міръ, какъ это мы до сихъ поръ знали, но уноситъ изъ него и массу. Согласно вычисленію, одинъ квадратный сантиметръ поверхности тѣла, имѣющаго температуру солнца, теряетъ въ теченіе года излученіемъ массу одинъ миллиграммъ. Масса тѣла, поглощающаго лучистую энергію, должна, такимъ образомъ, увеличиваться на опредѣленную величину. Если же принять, что тѣло потеряетъ всю свою энергію, то оно должно потерять и всю свою массу...

Взгляды эти очень новы, они еще только вы-

рабатываются, и поэтому мнѣнія во многихъ пунктахъ еще расходятся. Наиболѣе признаннымъ слѣдуетъ считать представленіе В. Вина и Ленарда, близко сходное съ представленіемъ Эйнштейна, именно: масса тѣла есть электрическая и магнитная энергія его электроновъ. Такъ какъ всякая матерія состоитъ изъ электроновъ, то отсюда слѣдуетъ, что масса и энергія въ сущности не различаются между собою. Матерія есть энергія электроновъ; слѣдовательно, масса и энергія должны быть равнозначащи, эквивалентны.

Это представленіе, равно какъ и другія новѣйшія представленія, основанныя на опытныхъ данныхъ, приводитъ насъ къ тому заключенію, что масса, это—концентрація колоссальныхъ количествъ энергіи. Такимъ образомъ у насъ получается возможность слить законъ сохраненія массы съ закономъ сохраненія энергіи, и приходимъ къ заключенію, что матерія и энергія—двѣ стороны одной и той же сущности, именно — электричества.

Эти новѣйшія воззрѣнія, все болѣе и болѣе завоевывающія свое признаніе, съ одной стороны, коренным образомъ измѣняютъ общепринятое представленіе о мірѣ, а съ другой —даютъ объясненія многимъ остававшимся до сихъ поръ загадочнымъ фактамъ и явленіямъ и раскрываютъ передъ нами великолѣпныя перспективы. Своимъ

возникновеніемъ и развитіемъ эти идеи обязаны нашей новой реальности — электрону; онъ, главнымъ образомъ, и является виновникомъ того кризиса, который въ настоящее время чувствуется въ области всего положительнаго знанія.

Отмѣтимъ теперь, въ общихъ чертахъ, тѣ натуръ-философскіе вопросы, которые вытекаютъ изъ изложенныхъ воззрѣній.

Разъ матерія строится изъ электроновъ, разъ то, что мы называемъ матеріей, есть выраженіе, такъ сказать, концентрированной энергіи, то матерія исчезаетъ. Это не значитъ, разумѣется, что наука отрицаетъ вещественный міръ, независимый отъ нашего сознанія, это значитъ только, что отодвигается тотъ предѣлъ, до котораго мы знали матерію; исчезаютъ такія свойства матеріи, какъ непроницаемость, масса, инерція и т. п., которыя казались раньше первоначальными и неизмѣннымм; теперь эти свойства признаются лишь относительными, присущими лишь нѣкоторымъ состояніямъ матеріи.

Эти научныя идеи, такимъ образомъ, вносятъ значительныя измѣненія въ философскія ученія. Старый метафизическій матеріализмъ, признававшій неизмѣнные элементы, „неизмѣнную сущность вещей,“ падаетъ съ торжествомъ новой теоріи. Но это не значитъ, разумѣется, что побѣда осталась за идеализмомъ, потому что новая теорія нисколько не ослабляетъ позиціи философскаго діалектическаго матеріализма, такъ какъ ею ни-

сколько не поколеблено то основное „свойство“ матеріи, съ признаніемъ котораго связанъ послѣдній: свойство быть объективно реальной, существовать внѣ нашего сознанія. Наоборотъ, діалектическій матеріализмъ всегда настаивалъ на относительномъ характерѣ всякой научной теоріи о строеніи вещества, такъ какъ объектъ науки, — будь это „самый маленькій атомъ,“ — безконеченъ и неисчерпаемъ.

Такимъ образомъ, если знаменитый нѣмецкій химикъ и философъ Вильгельмъ Оствальдъ не былъ неправъ, заявляя въ 1895 году въ надѣлавшей много шума рѣчи, произнесенной на съѣздѣ нѣмецкихъ естествоиспытателей въ Любекѣ, что энергія есть вещь болѣе основная, чѣмъ матерія,—зато онъ былъ абсолютно неправъ, называя свою рѣчь „побѣдой надъ научнымъ матеріализмомъ“; ибо защищаемое имъ „энергетическое міровоззрѣніе“ по существу какъ разъ состояло изъ созданія мірового инваріанта, аналогичнаго матеріи, построеннаго по ея образцу.

Считая, что задача науки состоитъ „не только въ томъ, чтобы разсматривать міръ въ болѣе или менѣе мутное и искривленное зеркало гипотезъ, но въ томъ, чтобы находить соотношенія между опредѣленными и измѣримыми величинами такъ, чтобы изъ однѣхъ, если онѣ даны, могли быть выведены другія“, и допустивъ, что для обобщенія всѣхъ этихъ отношеній нужно отыскать въ

природѣ какую-либо „реальность", которую было удобно положить въ основу „свободнаго отъ гипотезъ" міровоззрѣнія, — Оствальдъ увидѣлъ такую реальность въ „энергіи". Онъ пытался „изобразить" вселенную при помощи одной только энергіи, совершенно не пользуясь „матеріей" для построенія своего міровоззрѣнія. Для Оствальда матерія, теплота, свѣтъ, электричество, магнетизмъ представляютъ собою проявленія энергіи, но для него эти энергіи отличаются другъ отъ друга по существу, какъ для Лавуазье отличались другъ отъ друга тѣла. Единственной разницей является только то, что эти энергіи могутъ переходить одна въ другую, но тѣмъ не менѣе онѣ остаются отдѣльными, мало связанными между собою понятіями.

Энергетическое міровоззрѣніе, такимъ образомъ, какъ нетрудно видѣть, возникло, какъ реакція противъ слишкомъ сильнаго увлеченія матеріалистическимъ, механическимъ, и совпало и слилось съ движеніемъ монистовъ противъ дуалистическаго представленія о внѣшнемъ мірѣ, какъ состоящемъ изъ матеріи и энергіи, при чемъ первая сама по себѣ совершенно инертна, мертва и является носителемъ второй; вторая же оживляетъ, „одухотворяетъ" матерію, дѣлаетъ ее активной, и безъ нея, матеріи, существовать не можетъ. Замѣняя два начала вселенной—матерію и энергію — однимъ, это міровоззрѣніе и является результатомъ присущаго человѣку стремленія къ

упрощенію, къ единству, — стремленія охватить всѣ явленія міра одной формулой.

Но, какъ выше было сказано, энергія, по этому міровоззрѣнію, стала подобной матеріи. Развиваясь далѣе, на почвѣ электромагнитной теоріи, это научное теченіе привело, наконецъ, къ тому, что мы теперь, какъ намъ уже извѣстно, всякому количеству энергіи приписываемъ извѣстную массу или инерцію. А что такое инерція? Вѣдь это—главнѣйшій, характернѣйшій признакъ матеріи.

Итакъ, можно сказать, что въ настоящемъ столѣтіи, энергія матеріализовалась, энергія стала матеріей. Невольно приходишь къ заключенію, что здѣсь „научный матеріализмъ" является скорѣе побѣждающей, преодолѣвающей, чѣмъ побѣждаемой, преодолѣваемой стороной.

Какъ видно, значеніе этихъ новѣйшихъ идей для философіи естествознанія громадно.

***

Изложенные мною взгляды только еще вырабатываются, мнѣнія во многихъ пунктахъ еще расходятся. Несмотря на это, они оказались весьма плодотворными, за самое короткое время значительно расширили и измѣнили наше представленіе о природѣ.

Можно подумать, что нѣкоторое различіе между матеріей и энергіей все-таки существуетъ, такъ

какъ выше вѣдь перечислены мною не всѣ свойства матеріи. Такъ, напримѣръ, извѣстно, что матерія состоитъ изъ цѣлаго ряда отличныхъ другъ отъ друга веществъ, которыя называются элементами, энергія же можетъ легко переходить изъ одного вида въ другой. Однако, приходится признать, что превращать энергію изъ одной формы въ другую мы научились сравнительно недавно, умѣніе же превращать химическіе элементы другъ въ друга есть только вопросъ времени, такъ какъ, надо это считать фактомъ, уже Рамзаемъ и Содди изъ радія полученъ гелій.

Можно сказать, наконецъ, что матерія, какъ это уже давно принимается, атомистична, состоитъ изъ отдѣльныхъ частичекъ, и то же самое нужно сказать про электричество, тогда какъ энергія именно съ электромагнитной точки зрѣнія распространяется въ пространствѣ непрерывно. Но вотъ въ самое послѣднее время нѣкоторыя явленія лучеиспусканія, не поддающіяся объясненію старыми представленіями, и чисто теоретическія изысканія ставятъ на очередь вопросъ, не начать ли намъ и энергію дѣлить на атомы...

Вообще говоря, въ послѣднее время физики начинаютъ все больше и больше приходить къ заключенію, что электромагнитные процессы не нуждаются ни въ какомъ носителѣ, что электромагнитная энергія, однимъ изъ видовъ которой является лучистая энергія, матеріализована, если еще разъ употребимъ уже извѣст-

ный намъ терминъ, — что электромагнитная энергія существуетъ и распространяется въ видѣ самостоятельныхъ образованій, подобныхъ элементамъ матеріи.

Исходя изъ этой идеи, талантливый нѣмецкій физикъ Максъ Планкъ прекрасно развиваетъ свою теорію распространенія лучистыхъ формъ энергіи,—теорію, которую поддерживаютъ и дополняютъ Дж. Дж. Томсонъ, Эйнштейнъ и Штаркъ. Согласно этой теоріи, лучистая энергія, подобно матеріи, подобно электричеству, состоитъ изъ отдѣльныхъ индивидовъ, атомовъ, „элементарныхъ количествъ энергіи". Такіе „атомы энергіи" находятся въ колебательномъ движеніи, испуская или поглощая колебаніе. Такимъ образомъ, свѣтъ распространяется въ видѣ частичекъ, изъ которыхъ каждая несетъ съ собою извѣстное количество энергіи. Свѣтъ, значитъ, не непрерывенъ; энергія въ немъ распредѣлена неравномѣрно. Есть мѣста, въ которыхъ, такъ сказать, энергія сконденсирована, но есть и мѣста, лишенныя энергіи. Въ виду этого можно прійти къ мысли, что волновой потокъ свѣта не распространяется правильными, непрерывными волнами, а состоитъ какъ бы изъ отдѣльныхъ порцій, изъ отдѣльныхъ разрозненныхъ и отдѣленныхъ другъ отъ друга струй.

Такова, въ самыхъ общихъ чертахъ, новая „атомистическая теорія свѣта", предло-

женной взамѣнъ волнообразной теоріи мірового эѳира, не могущей объяснить нѣкоторыхъ новыхъ опытовъ и наблюденій, напримѣръ, явленія, извѣстнаго подъ названіемъ „фотоэлектрическій эффектъ". Какъ нетрудно видѣть, она напоминаетъ собою теорію истеченія, „эмиссіонную теорію", Ньютона, давно всѣми оставленную. Разница между послѣдней и современными воззрѣніями та, что согласно послѣднимъ, испускаемыя нагрѣтымъ тѣломъ частицы не являются матеріальными, а представляютъ собою только концентрацію энергіи.

Все это требуетъ измѣненія существующей теоріи свѣта; оно необходимо еще и потому, что на основаніи электронной теоріи и „принципа относительности" цѣлый рядъ выдающихся ученыхъ, какъ, напримѣръ, Эйнштейнъ, Планкъ, Корбино, Кэмпбелль, Лауэ, Штаркъ, Саутсернъ и т. д., начали требовать совершеннаго изгнанія матеріальнаго свѣтового эѳира изъ картины міра. А такъ какъ по новѣйшимъ научнымъ даннымъ, какъ я уже говорилъ, инерція имѣетъ всецѣло электромагнитный характеръ, „атомы энергіи" можно разсматривать и какъ атомы матеріи, то какъ бы возстанавливается въ новомъ видѣ теорія истеченія. Однако, новой теоріи еще приходится пока сталкиваться съ большими затрудненіями.

Изложенныя воззрѣнія показываютъ, какъ поразительна судьба физическихъ теорій. Такъ, напримѣръ, еще лѣтъ десять тому назадъ многіе круп-

ные теоретики—Махъ, Пуанкарэ, Дюгемъ, Оствальдъ—были такъ недовѣрчиво и враждебно настроены по отношенію къ атомистикѣ, что даже появилась попытка изложить основные факты химіи безъ помощи атомистической гипотезы. Теперь положеніе вещей такъ рѣзко измѣнилось, что атомистику приходится признать экспериментально обоснованнымъ ученіемъ, что,—какъ выразился даже самъ Пуанкарэ,—„атомы—уже не воображаемыя вещи, такъ какъ теперь мы ихъ можемъ сосчитать"; а новѣйшія же изслѣдованія, о которыхъ я выше говорилъ, обѣщаютъ сдѣлать и самую энергетику своего рода преобразованной и утонченной атомистикой.

Съ идеей эѳира все обстоитъ какъ разъ наоборотъ. Это видно со словъ слѣдующихъ осторожныхъ физиковъ.

На VIII съѣздѣ естествоиспытателей въ 1890 году проф. Столѣтовъ говорилъ: „Слово эѳиръ уже идетъ на помощь слову электричество и скоро сдѣлаетъ его излишнимъ. Механика эѳира... уже заступаетъ мѣсто и старозавѣтной теоріи электрическихъ жидкостей и позднѣйшаго ученія объ электромагнитныхъ силахъ. Разрѣшитъ ли механика эѳира и другія загадки космоса—это болѣе гадательно: быть можетъ, здѣсь чередъ наступилъ не такъ скоро. Но для электричества уже занялась заря эѳирной механики: для этой обширной науки XX вѣкъ будетъ вѣкъ эѳира".

Два съ лишнимъ десятилѣтія прошло съ тѣхъ поръ, какъ были высказаны эти слова. И вотъ, всѣ попытки, сдѣланныя въ это время, съ цѣлью выяснить внутреннюю сущность электромагнитныхъ явленій какими-либо механическими процессами въ эѳирѣ, оказались тщетными. Эти попытки привели къ ясному выводу, что механика эѳира существовать не можетъ, что никогда не удастся объяснить возникновеніе электромагнитныхъ явленій, прилагая къ эѳиру законы механики. Наконецъ, по принципу относительности, понятіе объ эѳирѣ является совершенно лишнимъ, „никчемнымъ“ *).

Въ своей рѣчи, произнесенной на съѣздѣ естествоиспытателей въ Зальцбургѣ, Альбертъ Эйнштейнъ прямо говоритъ: „Міроваго эѳира въ современной физикѣ больше не существуетъ, и всѣ представленія, связанныя съ его существованіемъ, нужно разсматривать, какъ устраненныя“.

Еще суровѣе выражается проф. Кэмпбеллъ въ 1910 году въ своей статьѣ, посвященной критикѣ понятія „эѳиръ“: „Доказательства того, что дѣла эѳира обстоятъ до смѣшного плохо, даже тамъ, гдѣ его положеніе считалось наилучшимъ, что это понятіе никогда не давало ничего, кромѣ заблужденій и путаницы въ мысляхъ, пусть способствуютъ тому, чтобы оно поскорѣе было выброшено въ ту мусорную яму, гдѣ нынѣ уже гніютъ „флогистонъ“ и „тепловая жидкость“.

*) См. мои примѣчанія къ статьѣ „Новая механика“.

Въ новѣйшей теоретической физикѣ, такимъ образомъ, эѳиръ уже не играетъ никакой роли. Мы, конечно, можемъ продолжать называть эѳиромъ ту среду, въ которой происходятъ электромагнитныя явленія. Но это будетъ уже пустой звукъ, и мы ничего не потеряемъ, если замѣнимъ слово „эѳиръ" словомъ „пространство", или „пустота", о которой въ настоящее время ничего не знаемъ...

Такъ наукѣ на пути своего развитія очень часто приходится сжигать тѣхъ боговъ, которымъ она недавно поклонялась и воскрешать то, что уже давно считалось мертвымъ...

Нынѣ приходится считать установленными: существованіе электроновъ и вызываемыя ими электромагнитныя явленія; на нихъ должна быть построена наша физическая картина міра. Къ этому мы, можетъ быть, скоро должны будемъ присоединить новыя, не вполнѣ еще выработанныя идеи объ „атомахъ энергіи", испускаемыхъ тѣлами и распространяющихся въ пространствѣ со скоростью свѣта.

Главное значеніе этихъ новыхъ мыслей и идей заключается не только въ томъ, что мы благодаря имъ получаемъ иное представленіе объ извѣстныхъ фактахъ, но и в томъ, что они вносятъ единство въ наше научное міровоззрѣніе, найдя общность и однородность тамъ, гдѣ доселѣ видѣли лишь отличіе и противоположность,—а въ этомъ и заключается главная наша цѣль.

**
*

Обратимся сейчасъ къ вопросу, главнымъ образомъ, насъ здѣсь занимающему: какое міровоззрѣніе слѣдуетъ въ настоящее время признать наиболѣе пріемлемымъ, механическое или какое-либо другое?

Вѣчная надежда объединить, координировать все пестрое разнообразіе явленій естественнаго міра въ одномъ грандіозномъ и импозантномъ синтезѣ, обобщить всѣ явленія въ одну единую, стройную систему, если возможно, въ одну единственную формулу,—эта надежда приводила къ тому, что, какъ я уже сказалъ, до послѣднихъ лѣтъ ученые стремились найти механическое объясненіе всѣхъ физическихъ явленій. На этомъ пути, напримѣръ, Френель далъ механическую теорію свѣта. Какъ уже было здѣсь замѣчено, такая попытка была естественна, такъ какъ механическія явленія повседневно дѣйствуютъ на наши чувства и гораздо болѣе привычны для насъ, чѣмъ другія явленія, напримѣръ, явленія электрическія.

Соотвѣтственно этому и электромагнитныя явленія старались объяснять съ точки зрѣнія механики. Однако, эти попытки, несмотря на всѣ старанія физиковъ, не привели ни къ какому удовлетворительному результату, и эѳиръ представляется намъ настолько рѣзко отличающимся отъ всѣхъ тѣлъ, которыя мы знаемъ, что многіе выдающіеся изслѣ-

дователи, какъ мы выше видѣли, рѣшаютъ, что современная физика должна стараться обойтись совершенно безъ эѳира.

Съ другой стороны, если можно было бы дать одно механическое объясненіе явленія, то можно было бы найти безконечное множество такихъ объясненій, одинаково отдающихъ намъ отчетъ во всѣхъ частностяхъ, раскрываемыхъ опытомъ; но фактически до сихъ поръ никому не удалось дать совершенно безспорное механическое объясненіе, или изображеніе, всего физическаго міра.

Отказываясь отъ мысли дать механическое объясненіе для всѣхъ электромагнитныхъ явленій, многіе ученые совершенно измѣняютъ нашъ взглядъ на явленія внѣшняго міра и стараются основныя механическія явленія вывести изъ болѣе общихъ законовъ.

Согласно „новой механики", вытекающей изъ признанія принципа относительности и электронной теоріи, и въ согласіи съ новѣйшими опытными изслѣдованіями, масса тѣлъ не есть постоянная величина, какъ это учитъ механика Ньютона и Лапласа, а зависитъ отъ скорости этихъ тѣлъ. А если такъ, то проблемы, рѣшаемыя механикой, — всѣ заключены въ предѣлахъ одного частнаго случая, а именно, того случая, когда скорость—мала по сравненію со скоростью свѣта. Какъ мы увидимъ изъ изложенія Пуанкарэ, къ этому случаю относятся не только скорости, получаемыя здѣсь, на землѣ, но и всѣ скорости небесныхъ тѣлъ. При та-

кихъ условіяхъ массу можно практически считать постоянной и нѣтъ нужды что-либо мѣнять въ механикѣ, принятой до сихъ поръ. Но все-таки несомнѣннымъ становится выводъ, что законы механики имѣютъ для матеріи весьма относительное, условное значеніе, и что, поэтому, на нихъ нельзя смотрѣть, какъ на фундаментальные законы природы.

Къ такому заключенію приходятъ и другими же путями.

Въ самое послѣднее время Ванъ-деръ-Ваальсъ поднялъ старый основной, когда-то Штурмомъ знаменитому философу Лейбницу поставленный вопросъ о томъ, въ чемъ, въ сущности, состоитъ внутренняя сила движущихся тѣлъ, иначе говоря, въ чемъ заключается „живая сила движенія".

Этотъ важный вопросъ сводится къ тому, какимъ образомъ движеніе, имѣвшее мѣсто до даннаго момента, можетъ оказать вліяніе на движеніе послѣ даннаго момента. Лейбницъ полагалъ, что сила эта, какъ и существованіе души, „можетъ быть ясно воспринимаема, но не можетъ быть понятнымъ образомъ объяснена", что „сила принадлежитъ къ тѣмъ вещамъ, которыя мы постигаемъ не представленіемъ, а пониманіемъ".

Ванъ-деръ-Ваальсъ полагаетъ, что въ настоящее время уже можно дать опредѣленный отвѣтъ на этотъ фундаментальный вопросъ. Отвѣтъ этотъ таковъ: прошедшее движеніе проявляется въ данный

моментъ въ измѣнившемся состояніи среды (электромагнитнаго поля), которое обусловливаетъ дальнѣйшее движеніе въ послѣдующій моментъ.

Этотъ отвѣтъ, вмѣстѣ со всѣми фактами, собранными въ послѣднее время, логически приводитъ къ тому воззрѣнію, что слѣдуетъ уже не для электромагнетизма искать механическое объясненіе, а для образованія матеріи и для механическихъ явленій создать электромагнитную теорію.

Въ самомъ дѣлѣ, намъ удалось, какъ мы видѣли, обнаружить частицу, которая представляетъ собою, повидимому, чистое электричество; это электричество, какъ реальность, не матерія и не энергія, а источникъ той и другой; масса и инерція этого электрона имѣетъ всецѣло электромагнитное происхожденіе. Въ такомъ случаѣ всѣ законы механики оказываются лишь частными случаями болѣе общихъ законовъ электромагнетизма. Приходится, слѣдовательно, электромагнетизмъ брать за отправную точку для того, чтобы построить теорію физическихъ явленій и даже теорію самой матеріи.

Иначе говоря, мы должны признать, какъ это ни страннымъ и маловѣроятнымъ должно казаться, что ученіе объ электромагнетизмѣ является элементарнымъ и основнымъ, и изъ него выводятся законы механики!..

Все это, какъ нетрудно видѣть, приводитъ къ но-

вому „электромагнитному міровоззрѣнію“ и производитъ въ физикѣ полный переворотъ...

„Если мы примемъ, — говоритъ Ванъ-деръ-Ваальсъ,—что электроны не обладаютъ механической (вѣсомой) массой, а лишь, такъ называемой, электромагнитной, которая является, собственно, слѣдствіемъ силового поля, и если примемъ, что молекулы состоятъ только изъ такого рода положительныхъ и отрицательныхъ электроновъ, и что, стало быть, въ природѣ совсѣмъ не существуетъ механической массы, то мы представимъ себѣ картину міра,—такъ называемую электромагнитную картину міра,—для которой идеи, примѣняемыя нами къ міру механическому, уже непримѣнимы. Идеи нашихъ принциповъ механики въ такомъ видѣ, въ какомъ послѣдніе обыкновенно формулируются, состоятъ въ томъ, что силами мы пользуемся для опредѣленія ускоренія, въ результатѣ скорости входятъ, какъ независимыя, первообразныя, заданныя величины. Если положить теперь массу равной нулю. то на основаніи равенства: сила равна массѣ, умноженной на ускореніе, это соотношеніе также отпадаетъ.

„Изъ остающихся формулъ можно для того случая, когда задано силовое поле, опредѣлить скорость. Но поле это зависитъ отъ предшествовавшихъ движеній электроновъ. Это все, чего мы можемъ ожидать отъ раціональной механики.

„Въ силу сказаннаго, должно, какъ мнѣ пред-

ставляется, принять, что законы механики не являются основными законами природы, а что, напротивъ, они требуютъ объясненія съ помощью другихъ, болѣе фундаментальныхъ законовъ, и что электронная теорія въ состояніи дать удовлетворительное объясненіе такого рода. Этимъ еще не сказано, что послѣднее объясненіе справедливо. Необходимо тщательное, скорѣе экспериментальное, нежели теоретическое, изслѣдованіе вопроса о томъ, совпадаетъ ли дѣйствительное состояніе тѣлъ съ состояніемъ тѣлъ исключительно электромагнитной массы. Если это не оправдается, то естественно, что объясненіе наше нужно бросить. Я все же думаю, что мы не вернемся къ „механической картинѣ міра", и вопросъ объясненія закона инерціи при помощи болѣе элементарныхъ законовъ останется открытымъ".

Новѣйшія попытки, сдѣланныя Абрагамомъ, Кауфманомъ, Бухереромъ и Гупка, съ цѣлью доказать справедливость основъ электромагнитнаго міровоззрѣнія, дали положительный результатъ. Изслѣдователи ищутъ новыхъ случаевъ, которые дали бы возможность продолжать провѣрку. Если это міровоззрѣніе получитъ полное подтвержденіе, то физика измѣнится до самаго своего основанія: ея прежнія фундаментальныя понятія, какъ постоянная масса и твердое тѣло, будутъ разжалованы на практически годныя приближенія.

„Такимъ образомъ, — заключаетъ профессоръ Э. Конъ, — оказывается, что міровое зданіе не

столь просто, какъ намъ казалось. Но наша картина міра становится болѣе цѣлостной, чѣмъ раньше: электричество и механика сливаются въ ней въ одно цѣлое, но наиболѣе тонкія ея черты имѣютъ электрическое происхожденіе“.

***

Новыя идеи, какъ я уже нѣсколько разъ замѣтилъ, оказались весьма плодотворными съ точки зрѣнія достигнутыхъ результатовъ и законовъ, къ открытію которыхъ онѣ привели. Но приводятъ ли онѣ къ окончательному результату—иными словами, этотъ прогрессъ упроститъ ли онъ науку, уменьшитъ ли число ея главъ? Я позволю себѣ усомниться въ этомъ. Прогрессъ науки есть часть эволюціи жизни, а общая жизненная эволюція характерна именно тѣмъ, что имѣетъ стремленіе вести къ возрастающему усложненію отдѣльнаго цѣлаго и въ то же время къ все болѣе и болѣе совершенному подчиненію общимъ цѣлямъ его отдѣльныхъ частей.

Я хочу сказать, что число главъ, посвященныхъ свѣту, электричеству и подобнымъ факторамъ, не будетъ уменьшаться; число элементовъ, не приводимыхъ къ одному началу, можетъ быть, уменьшится въ силу новыхъ открытій. Но число извѣстныхъ соотношеній, равно какъ и роль математики, безъ сомнѣнія, будетъ возрастать; координація и упрощеніе могутъ произойти лишь въ формѣ математическихъ соотношеній,

Новыя воззрѣнія, какъ я уже говорилъ, еще не вполнѣ установились. Окончательное ихъ подтвержденіе могутъ дать намъ только тщательныя опытныя изслѣдованія. Но, какъ бы то ни было, слѣдуетъ признать, что мы въ настоящее время стоимъ на порогѣ новаго міровоззрѣнія, именно—электромагнитнаго міровоззрѣнія.

Тѣ, что не вполнѣ еще свыклись съ этими идеями, могутъ возразить, что электромагнетизмъ все же остается тайной, и что поэтому новыя теоріи находятся на невѣдомой основѣ. Это—совершенно вѣрно: мы не знаемъ первопричину электричества и магнетизма. Но вѣдь въ механическихъ теоріяхъ прежняго слово матерія заключало въ себѣ не менѣе глубокую тайну. Развѣ смыслъ слова „масса" становится болѣе яснымъ, когда говорятъ о матеріальной массѣ?

Во всякомъ случаѣ, электромагнитная картина міра представляетъ всѣ выгоды простоты, такъ какъ она старается объединить всѣ явленія естественнаго міра. Къ тому же она даетъ намъ надежду на близость новаго грандіознаго научно-философскаго синтеза. Мы какъ-то начинаемъ чувствовать, что наука и философія, когда-то столь различныя, непохожія, въ настоящее время начинаютъ стремиться къ все большему и большему соединенію; мы, поэтому, имѣемъ полнѣйшее основаніе думать, что наука и филосо-

фія скоро сольются въ одну грандіозную область человѣческаго знанія.

Итакъ, будемъ надѣяться, что прогрессирующая наука, раньше или позже, введетъ насъ глубоко въ области познанія природы, что она покажетъ намъ единственно правильное направленіе къ нашей великой цѣли—къ свѣту и истинѣ.

Г. А. Гуревичъ.

Анри Пуанкарэ.

Новая механика.

Рѣчь.

...Я рѣшилъ поговорить о своего рода революціи, которая, повидимому, направлена къ ниспроверженію всего того, что до сихъ поръ считалось въ наукѣ незыблемымъ,—къ ниспроверженію основъ современной механики, которыми мы обязаны генію Ньютона. На самомъ дѣлѣ вполнѣ возможно, что революція эта есть только грозный призракъ, ибо весьма вѣроятно, что рано или поздно старые принципы динамики Ньютона выйдутъ побѣдителями изъ этой борьбы. Во всякомъ случаѣ заслуживаетъ вниманія и то, что эти принципы вдругъ стали нуждаться въ защитѣ, — фактъ, въ возможность котораго едва ли повѣрилъ кто-либо нѣсколько лѣтъ тому назадъ *).

Я полагаю, что всѣмъ вамъ, милостивые государи, будетъ небезынтереснымъ быть въ курсѣ на-

---

*) Примѣчанія къ русскому переводу смотрѣть послѣ этой статьи (стр. 95).

стоящаго положенія этой войны, такъ какъ послѣдняя угрожаетъ, повидимому, уничтожить всѣ наши вѣковыя представленія о природѣ движенія, о понятіи времени и пространства и о постоянствѣ матеріи. Съ другой стороны, тѣ изъ васъ, кто интересуется естественно-научной теоріей познанія, сумѣютъ извлечь отсюда въ высшей степени знаменательное ученіе о такого рода научныхъ революціяхъ. Въ самомъ дѣлѣ, подобные перевороты въ научныхъ воззрѣніяхъ показываютъ намъ, какъ научныя теоріи исключаютъ и пополняютъ другъ друга, какъ извѣстное количество пріобрѣтенныхъ путемъ опыта новыхъ данныхъ часто принуждаетъ къ оставленію ряда старыхъ воззрѣній и къ выработкѣ новыхъ; эти послѣднія, внѣ сомнѣнія, не болѣе истинны, а лишь болѣе удобны, онѣ тѣснѣй связываются съ совокупностью извѣстныхъ намъ фактовъ; послѣдніе же, благодаря этому, располагаются въ одно стройное цѣлое.

Имѣется одинъ принципъ, играющій въ старой механикѣ первенствующую роль,—это такъ называемый „принципъ относительности". Въ преобразованной и расширенной формѣ онъ же представляетъ собою основное положеніе и „новой механики".

Что же произошло съ этимъ „принципомъ относительности?" Какова его сущность, какъ онъ формулируется? И, наконецъ, какіе данные опыта лежатъ въ его основаніи?

Всѣмъ вамъ, конечно, извѣстно, что мы можемъ

черезъ посредство нашего ума получать знаніе лишь относительнаго положенія тѣлъ въ пространствѣ; черезъ посредство глазъ мы можемъ получить отчетъ о положеніи тѣла лишь по отношенію къ самому глазу и ровно ничего мы не можемъ знать объ абсолютномъ положеніи тѣла. Вполнѣ безразлично, какъ поступаетъ человѣкъ дальше. Пусть вооружаетъ онъ свой глазъ сколь угодно совершеннымъ телескопомъ, онъ все равно снова увидитъ, какъ и невооруженнымъ глазомъ, только относительное положеніе. Исходя изъ этого, можно задать себѣ вопросъ: имѣетъ ли вообще какой-либо смыслъ выраженіе: „абсолютное положеніе?"

Я лично отказываюсь отъ подобной постановки вопроса, такъ какъ слишкомъ хорошо знаю, что она безсмысленна. Коротко и ясно—наши представленія о пространствѣ относительны; то же самое можно повторить и относительно времени.

Представимъ себѣ теперь міровую систему, настолько удаленную отъ всѣхъ прочихъ міровыхъ системъ, что послѣднія совершенно не оказываютъ на нее никакого вліянія, и вообще существованіе послѣднихъ на опытѣ не обнаруживается. Предположимъ, что мы разсматриваемъ какую-то солнечную систему, въ родѣ нашей, но отъ которой неподвижныя звѣзды настолько удалены, что ихъ нельзя усмотрѣть. Вообразимъ, что солнце, къ которому тяготѣетъ вся система, находится въ покоѣ, или, наоборотъ, что оно мчится со скоростью въ тысячу разъ большей, нежели скорость пушечнаго

ядра, и что при этомъ солнце увлекаетъ за собою всѣ планеты своей системы.

Обитатели этихъ планетъ никогда не смогутъ получить объ этомъ никакого представленія, такъ какъ при полной обособленности ихъ системы отъ всей остальной вселенной, у нихъ не будетъ въ распоряженіи никакихъ способовъ сравненія. Всѣ наблюдаемыя ими явленія будутъ происходить совершенно одинаково,— находится ли вся система въ покоѣ или вся же въ постоянномъ движеніи. Въ этомъ состоитъ принципъ относительности, и слѣдствіями, вытекающими изъ него, мы сейчасъ займемся.

Что такое „покоящаяся точка" въ потокѣ явленій?—вѣдь говорить можно только о послѣднемъ! Разныя метафизическія соображенія постоянно побуждали человѣчество искать во вселенной такую покоящуюся точку. Какъ вы отлично понимаете, эти соображенія не могли вынести постоянной борьбы съ фактами, разъ ежедневный опытъ съ ними не согласовался. Такъ какъ пространство, какъ въ самомъ себѣ, такъ и черезъ себя не можетъ оказывать никакого активнаго вліянія, то естественно пришлось принять тотъ взглядъ, что въ случаѣ, когда тѣла имѣютъ общее движеніе, т.-е. не измѣняютъ положенія другъ относительно друга, все происходитъ точно такъ же, какъ и въ случаѣ, когда тѣла находятся въ покоѣ. Это, конечно, только метафизическія разсужденія, съ которыми ученые,

проникающіе глубже въ сущность вещей, не придають значительнаго вѣса.

Между тѣмъ уже давно было замѣчено, что на суднѣ, находящемся въ движеніи, если оно не вертится и не качается, все протекаетъ въ такомъ же точно порядкѣ, какъ если бы оно находилось въ покоѣ,—и пассажиры не сомнѣваются въ своемъ покоѣ до тѣхъ поръ, пока взглядъ, брошенный на берегъ, не убѣдитъ ихъ въ противномъ. Опытъ и привычки каждаго дня, такимъ образомъ, такъ блестяще подтверждаютъ намъ принципъ относительности, что мы безъ борьбы не можемъ отъ него отказаться.

А все-таки этотъ принципъ, оказывается, не вполнѣ справедливымъ, по крайней мѣрѣ, не въ такой степени справедливымъ, какъ того желали бы метафизики. Когда судно перемѣщается прямо впередъ, не сворачивая ни вправо, ни влѣво, не ускоряя и не замедляя своего хода,—словомъ, выражаясь коротко и спеціально,—когда оно находится въ равномѣрномъ и прямолинейномъ поступательномъ движеніи, тогда этотъ принципъ справедливъ безъ всякихъ оговорокъ; напротивъ, этотъ принципъ несправедливъ, когда судно находится во вращательномъ движеніи.

Если бы даже звѣздное небо было постоянно совершенно заслонено отъ насъ непроницаемымъ покровомъ облаковъ, и намъ вслѣдствіе этого казалось бы, что земля несется въ пустомъ пространствѣ вполнѣ изолированно, то даже и тогда мы могли бы

путемъ опыта прійти къ познанію того факта, что земля дѣлаетъ въ теченіе 21 часовъ полный оборотъ вокругъ своей оси. Какъ извѣстно, своимъ знаменитымъ опытомъ съ качаніемъ маятника, подвѣшеннаго къ сводамъ Парижскаго Пантеона, Фуко доказалъ, что плоскость качанія маятника перемѣщается вслѣдствіе вращенія земли. Изнутри Пантеона онъ не могъ наблюдать звѣздъ, и, однако, онъ вполнѣ убѣдился во вращеніи земли. Да къ тому же, чтобы убѣдиться въ этомъ, вовсе даже не нужны сложные опыты; достаточно привести факты, бросающіеся въ глаза, наблюдаемые ежедневно. Вся метеорологія убѣждаетъ насъ во вращеніи земли, ибо благодаря этому послѣднему обусловливается неизмѣнное направленіе пассатныхъ вѣтровъ съ востока къ западу и циклоны постоянно вращаются въ одномъ и томъ же направленіи.

Такимъ образомъ, принципъ относительности утрачиваетъ всякое значеніе, если разсматриваемый міръ находится во вращательномъ движеніи. Метафизики этимъ не останутся довольны. Тѣмъ хуже для нихъ! Напротивъ, принципъ строго справедливъ, если міръ находится въ поступательномъ движеніи, которое только какъ цѣлое направлено впередъ, безъ всякаго вращенія, какова бы ни была скорость этого поступательнаго перемѣщенія.

Если бы обитатели земли не могли видѣть звѣзднаго неба, они все-таки могли бы узнать, что она вращается вокругъ своей оси, но зато они никоимъ образомъ не могли бы узнать, движется ли она во-

кругъ солнца или нѣтъ. Если бы этого не случилось, то я не знаю, имѣла ли бы наука право на существованіе. Моя цѣль подробнѣй изложить вамъ эту мысль.

Земля движется вокругъ солнца со скоростью 30 километровъ въ секунду. Но одновременно съ этимъ движеніемъ земля вращается и вокругъ самой себя. Предположимъ для примѣра, что въ данный моментъ скорость трансляціи, скорость перемѣщенія земли вокругъ солнца, направлена отъ Парижа къ Берлину. Черезъ 12 часовъ земля совершитъ полъ-оборота вокругъ своей оси,—и трансляція приметъ противоположное направленіе, именно: отъ Берлина къ Парижу. Скорость этого движенія земли огромна въ сравненіи съ тѣми скоростями, къ которымъ мы привыкли въ обыденной жизни, какими, напримѣръ, обладаютъ наши локомотивы и автомобили.

Итакъ, если бы принципъ относительности былъ несправедливъ, эта скорость поступательнаго перемѣщенія имѣла бы значительное вліяніе—каждые 12 часовъ законы механики переворачивались бы вверхъ дномъ. Человѣкъ, перенесшій столько тяжкихъ затрудненій, покуда не постигъ движенія земли, абсолютно не былъ бы способенъ постигнуть такіе перевороты, онъ былъ бы вынужденъ попросту приписать ихъ капризу боговъ. Онъ, вѣроятно, пришелъ бы къ заключенію, что эти явленія не управляются никакими законами, и отказался бы отъ созданія науки.

Возможно, что при такихъ соотношеніяхъ сама жизнь была бы немыслимой, такъ какъ организмы, приспособившіеся къ дневнымъ условіямъ, были бы не въ состояніи приспособиться къ инымъ, совершенно противоположнымъ, ночнымъ условіямъ. Къ счастью, въ этомъ случаѣ принципъ остается въ полной силѣ,—и опытъ подтверждаетъ это.

Здѣсь, однако, я долженъ предупредить одно возможное возраженіе. Дѣло въ томъ, передъ нами принципъ, который опредѣленно говоритъ намъ, что нѣтъ никакой возможности путемъ опыта установить, находится ли міръ въ общемъ поступательномъ движеніи, или нѣтъ. Чтобы провѣрить это утвержденіе, необходимо было бы продѣлать рядъ опытовъ на планетѣ, остающейся въ покоѣ, затѣмъ на другой, находящейся въ движеніи; наконецъ, пришлось бы еще убѣдиться, остаются ли неизмѣнными въ обоихъ случаяхъ законы физики. Но, возразятъ мнѣ,—чтобы добытые результаты были вполнѣ убѣдительными, необходимо вѣдь точно знать, дѣйствительно ли въ первомъ случаѣ планета находится въ покоѣ, а во второмъ—въ движеніи; а между тѣмъ, сказано было вполнѣ опредѣленно, что узнать объ этомъ что-либо положительное нѣтъ никакой возможности.

Но это противорѣчіе только кажущееся. Существуютъ два пути для провѣрки справедливости принципа. Прежде всего, въ мірѣ, находящемся

въ состояніи покоя, нѣтъ никакихъ предпочтительныхъ направленій, потому что этотъ міръ не движется ни въ одну, ни въ другую сторону. Всѣ направленія въ этомъ случаѣ равноцѣнны; законы движенія будутъ совершенно одинаковы въ этомъ мірѣ какъ для тѣла, перемѣщающагося въ направленіи съ сѣвера на югъ, такъ и для тѣла, перемѣщающагося съ востока на западъ. Ученые выражаютъ это словами: „такой міръ обладаетъ свойствомъ изотропности“.

Совсѣмъ иначе обстоитъ дѣло въ мірѣ, находящемся въ движеніи, и въ случаѣ, если принципъ относительности несправедливъ. Направленіе, въ которомъ происходитъ общее движеніе міра, въ этомъ случаѣ было бы здѣсь преобладающимъ надъ всѣми другими направленіями,—и законы движенія были бы неодинаковы для тѣлъ, перемѣщеніе которыхъ совпадаетъ съ общимъ направленіемъ міра, и для тѣлъ, имѣющихъ противоположное направленіе. Такой міръ не будетъ, слѣдовательно, „изотропнымъ“.

Но если справедливъ принципъ относительности, то движущійся міръ долженъ быть изотропнымъ, такъ какъ при этомъ условіи онъ равно ничѣмъ не долженъ отличаться отъ міра, пребывающаго въ покоѣ.

Но мы имѣемъ возможность доказать, что тотъ міръ, въ которомъ мы живемъ, изотропенъ; а въ такомъ случаѣ, либо справедливъ принципъ относительности, либо нашъ міръ находится въ по-

коѣ. Такъ какъ послѣднее, по всѣмъ видимостямъ, едва ли допустимо и безконечно вѣроятнѣе, что онъ въ движеніи, то мы, стало быть, должны признать принципъ относительности справедливымъ

Если приведенное доказательство, быть можетъ, покажется недостаточнымъ, мы можемъ привести другое. Земля настолько удалена отъ звѣздъ, что вліяніемъ послѣднихъ на происходящія на ней явленія, вообще говоря, можно пренебречь. Такимъ образомъ, эти явленія протекаютъ такъ, какъ если бы звѣздъ вовсе не существовало, либо какъ если бы земля носилась бы совершенно изолированно въ міровомъ пространствѣ. Между тѣмъ, намъ извѣстно, благодаря наблюденіямъ надъ созвѣздіями, что земля находится въ движеніи, при чемъ ея траслятивное, поступательное, движеніе не имѣетъ постояннаго направленія, что земля—пользуясь прежними сравненіями—во всякій моментъ можетъ итти или отъ Парижа къ Берлину, или отъ Берлина къ Парижу. И вопреки этому мы констатируемъ, что земныя явленія всегда подчинены однимъ и тѣмъ же законамъ и нисколько не испытываютъ на себѣ послѣдствій перемѣны направленія движенія.

Съ этой точки зрѣнія основатели новой механики уже давно признали принципъ относительности пріемлемымъ. Онъ же положенъ былъ въ основу и старой механики, путемъ особаго ряда соображеній, который я вамъ кратко изложу.

Допустимъ, что тѣло подъ вліяніемъ силы, дѣй-

ствовавшей на нее въ теченіе одной секунды, перешло изъ состоянія покоя въ движеніе. Послѣднее обладаетъ опредѣленной скоростью, которую я обозначу черезъ W и которую можно представить отрѣзкомъ прямой. Сила продолжаетъ воздѣйствовать на тѣло въ теченіе второй секунды; скорость движенія тѣла возрастаетъ—но насколько? Представимъ себѣ, что рядомъ съ этимъ тѣломъ движется и нѣкій наблюдатель, который перемѣщается также съ транслятивной скоростью W и полагаетъ, что онъ находится въ покоѣ. Въ концѣ первой секунды, разсматриваемое нами тѣло ему будетъ казаться неподвижнымъ, такъ какъ послѣднее обладаетъ такой же скоростью, какъ и самъ наблюдатель. Въ силу принципа относительности, для наблюдателя кажущееся движеніе этого тѣла должно представляться такимъ же, какимъ было бы оно, если бы кажущійся покой тѣла былъ дѣйствительнымъ, т.-е. въ концѣ второй секунды скорость тѣла въ отношеніи къ наблюдателю будетъ W, а такъ какъ самъ наблюдатель движется съ той же скоростью W, то ясно, что абсолютная скорость тѣла будетъ 2W. Итакъ, скорость въ теченіе второй секунды удваивается; такимъ же путемъ можно показать, что черезъ три секунды скорость будетъ равна 3 W, черезъ четыре секунды—4 W и т. д.

Такимъ образомъ, при достаточно продолжительномъ дѣйствіи силы, скорость можетъ превзойти всякій предѣлъ. Это наше заключеніе кажется,

повидимому, неоспоримымъ. Цѣлыя поколѣнія учащихся и ученыхъ постоянно приходили къ нему однимъ и тѣмъ же путемъ, не замѣчая ошибокъ. А между тѣмъ, мы въ настоящее время, исходя изъ того же принципа относительности, пришли къ совершенно противоположнымъ выводамъ. Только благодаря сравненію этихъ результатовъ съ очень простымъ выводомъ, который обнаруживаетъ ему противорѣчіе, вышеупомянутыя ошибки могутъ быть замѣчены. Въ дальнѣйшемъ мы постараемся нѣсколько подробнѣе остановиться на разсмотрѣніи этихъ ошибокъ. Вы видите, какъ эти обстоятельства служатъ намъ наукой, показывая намъ, насколько нужно быть осторожнымъ въ заключеніяхъ и какъ опасны всякаго рода научныя обобщенія.

До сихъ поръ мы говорили только о механикѣ, съ ней же мы превосходно будемъ продолжать свой дальнѣйшій путь. Сейчасъ, къ сожалѣнію, механика не обнимаетъ всей физики; въ область нашего разсмотрѣнія подлежитъ включить теперь также электричество и прежде всего оптику. Здѣсь начинаются трудности. Свѣтъ, какъ извѣстно, распространяется со скоростью, которая чрезвычайно велика; именно, она равна 300.000 километрамъ въ секунду. Это обстоятельство, повидимому, можетъ послужить намъ для выясненія, находимся ли мы въ покоѣ, или въ движеніи; короче говоря, оно даетъ намъ возможность обнаружить абсолютное движеніе.

Я тотчасъ разсмотрю крайній случай. Пусть мы имѣемъ въ одной точкѣ источникъ свѣта S, въ другой—наблюдателя Q; предположимъ, что они удаляются другъ отъ друга со скоростью 400.000 километровъ, другими словами, со скоростью, превышающей скорость свѣта. Какъ это удаленіе происходитъ? Находится ли наблюдатель въ покоѣ въ то время, какъ источникъ свѣта движется, допустимъ, влѣво отъ него со скоростью 400.000 километровъ, или же источникъ свѣта находится въ покоѣ, тогда какъ наблюдатель движется вправо отъ него съ такой же скоростью, или же, наконецъ, они оба удаляются другъ отъ друга одновременно со скоростью въ 200.000 километровъ? Наблюденіе механическихъ явленій не даетъ намъ никакихъ способовъ для опытнаго рѣшенія этого вопроса.

Посмотримъ, какого будетъ положеніе вещей, если мы примемъ въ разсмотрѣніе явленія оптическія?

На послѣдній вопросъ уже отвѣтилъ Фламмаріонъ въ одной изъ своихъ весьма забавныхъ фантазій. Наблюдатель, котораго онъ назвалъ „Люменомъ", видитъ явленія въ обратномъ порядкѣ.

Допустимъ, напримѣръ, что онъ свидѣтель битвы при Ватерлоо; она представляется ему въ слѣдующемъ видѣ: вначалѣ онъ видитъ поле битвы, покрытое трупами; съ теченіемъ времени эти трупы одинъ за другимъ начинаютъ

подниматься, чтобы занимать свои мѣста на аренѣ битвы, и, наконецъ, они выстраиваются въ баталіоны, невредимые и готовые къ бою.

Фактически все предствляется въ такомъ именно порядкѣ, если источникъ свѣта остается неподвижнымъ, а Люменъ, напротивъ, удаляется отъ него. Причина этого курьеза въ томъ, что Люменъ перемѣщается значительно быстрѣе свѣтовыхъ волнъ, и если, напримѣръ, этотъ г-нъ Люменъ покинулъ землю въ тотъ моментъ, когда битва при Ватерлоо закончилась, то съ теченіемъ нѣкотораго времени онъ достигнетъ лучей, унесшихъ съ собою изображеніе начала битвы, и, такимъ образомъ, онъ, видѣвшій на землѣ послѣднія стычки, издалека увидитъ огонь первыхъ выстрѣловъ.

Эта изображенная мною картина никоимъ образомъ г-ну Люмену не представится, если онъ будетъ находиться въ покоѣ, тогда какъ источникъ свѣта отъ него удаляется. Въ этомъ случаѣ онъ будетъ видѣть битву въ ея нормальномъ порядкѣ, при чемъ она будетъ протекать передъ нимъ съ величайшимъ спокойствіемъ. Совершенно противоположное будетъ въ случаѣ, когда источникъ свѣта приближается къ Люмену со скоростью 400.000 километровъ; событія сраженія снова представляется въ обратномъ порядкѣ, такъ какъ свѣтовые лучи, отправившіеся къ концу битвы, будутъ исходить съ болѣе близкаго раз-

стоянія, и, имѣя передъ собою болѣе короткій путь, они, очевидно, опередятъ предыдущіе лучи.

Такимъ образомъ у Люмена всегда будутъ имѣться средство для рѣшенія вопроса: онъ ли удаляется отъ источника свѣта или къ источнику свѣта приближается, или, наоборотъ, источникъ свѣта къ нему, Люмену, приближается, или отъ него, Люмена, удаляется.

Я долженъ согласиться, что современными средствами нашихъ лабораторій, осуществить опытъ по замыслу Фламмаріона не такъ-то легко. Такія фантастическія скорости не находятся въ нашемъ распоряженіи, а если бы даже мы ими и располагали, то все-таки наблюдатель не могъ бы вполнѣ разобраться въ нихъ. Но я преднамѣренно выбралъ такой исключительный примѣръ, выводъ изъ котораго настолько же исключителенъ, потому что здѣсь дѣло идетъ ни больше ни меньше, какъ о поворотѣ теченія времени вспять.

Если мы воспользуемся болѣе скромными средствами, то, соотвѣтственно этому, и сами результаты будутъ скромнѣй, но зато они, слѣдуя старымъ теоріямъ, пожалуй, смогутъ быть провѣрены нашими приборами. Я думаю, что крайній примѣръ, приведенный вамъ мною, вполнѣ достаточенъ, чтобы пояснить вамъ, въ чемъ сущность дѣла.

Теперь напрашиваются вопросы: примѣнимъ ли принципъ относительности къ явленіямъ опти-

ческимъ? Можемъ ли мы, благодаря этимъ явленіямъ, постигнуть трансляцію земли? Если бы намъ пришлось на этотъ вопросъ отвѣтить отрицательно, то метафизиковъ это, навѣрно, не разсердитъ. Они скажутъ намъ: „Вамъ кажется, что вы измѣрили абсолютное движеніе земли, но вы ошибаетесь, вы установили относительное движеніе земли по отношенію къ эѳиру, однако вамъ вовсе неизвѣстно, находится ли въ покоѣ самый эѳиръ:—итакъ, принципъ „спасенъ". Однако, тѣ изъ физиковъ, которые обладаютъ своего рода инстинктомъ или чувствомъ относительности, не могутъ успокоиться на этомъ. Во всякомъ случаѣ, рѣшающее слово нужно здѣсь признать за опытомъ.

Первыя явленія, на которыя въ связи съ этимъ необходимо обратить вниманіе,—это, такъ называемая, „аберрація свѣта". Извѣстно, что когда мы направляемъ зрительную трубу на какую-либо звѣзду, направленіе трубы не совпадаетъ точно съ направленіемъ прямой линіи, проведенной отъ глаза къ землѣ; происходитъ это потому что труба увлекается поступательнымъ движеніемъ земли и вслѣдствіе этого сдвигается въ сторону. Здѣсь происходитъ то же, что и въ случаѣ, когда, желая застрѣлить бѣгущаго зайца, мы беремъ прицѣлъ не прямо на него, а нѣсколько впереди его головы.

Такимъ образомъ, свѣтъ даетъ намъ доказательство поступательнаго движенія земли. Раз-

умѣется, не слѣдуетъ забывать, что для этой цѣли намъ необходима звѣзда, т. е. источникъ свѣта, находящiйся внѣ земли, и что въ этомъ случаѣ мы наблюдаемъ только относительный сдвигъ земли по отношенiю къ этой звѣздѣ. Аберрацiя, стало быть, не говоритъ противъ принципа относительности.

Является другой вопросъ: не отзывается ли движенiе нашей планеты по своей орбитѣ возмущающимъ образомъ на тѣхъ оптическихъ явленiяхъ, которыя происходятъ на самой поверхности земли? Всевозможными путями старались найти отвѣтъ на этотъ вопросъ. Наблюдали, напримѣръ, звѣзды черезъ зрительныя трубы, наполненныя водою. Такъ какъ свѣтъ въ водѣ распространяется медленнѣе, чѣмъ въ воздухѣ, то ожидали, что явленiе аберрацiи, т.-е. отклоненiя отъ линiи прямого зрѣнiя, о которомъ я говорилъ выше, претерпитъ нѣкоторыя измѣненiя. Но этого не случилось. Такимъ образомъ пришлось признать, что законы отраженiя и преломленiя свѣта никоимъ образомъ не зависятъ отъ поступательнаго движенiя земли, и такъ какъ это обстоятельство находилось въ полномъ противорѣчiи со старыми теорiями, то для того, чтобы дать себѣ отчетъ въ этомъ фактѣ, были построены новыя гипотезы. Къ несчастью, каждая изъ этихъ теорiй объясняетъ только часть фактовъ, а именно, только тѣ факты, ради которыхъ она была создана, но

стоитъ появиться новымъ фактамъ, какъ является необходимость въ новыхъ гипотезахъ.

Я самъ и мой товарищъ по студенческой скамьѣ продѣлали однажды въ этомъ направленіи опытъ,—опытъ, до сихъ поръ мною еще не опубликованный. Я былъ тогда еще ученикомъ Политехнической Школы. Долженъ сознаться передъ вами, что я чрезмѣрно неловокъ и что вслѣдствіе этого я рѣшилъ окончательно отказаться отъ работъ въ области экспериментальной физики. Но въ то время подвинулся мой товарищъ по школѣ г-нъ М. Фавэ, отличающійся большой изобрѣтательностью и удивительной ловкостью. И вотъ мы объединились и рѣшили предпринять изысканія, чтобы установить: оказываетъ ли поступательное движеніе земли возмущающее вліяніе на законы двойного лучепреломленія.

Если бы эти изысканія привели насъ къ положительному результату, т.-е. если бы наши свѣтовые лучи отклонились отъ своего направленія, то это только показало бы, что мы не обладаемъ никакимъ опытомъ въ экспериментированіи, и что конструкція нашего прибора была не правильна. Но опытъ привелъ къ отрицательному результату,—и это указывало на два факта: во-первыхъ, что законы оптики не нарушаются поступательнымъ движеніемъ земли и, во-вторыхъ, что намъ въ этомъ дѣлѣ очень повезло.

Къ счастью, мы не были единственными занимающимися этимъ вопросомъ. Искуснѣйшіе физики

также продѣлывали рядъ подобныхъ опытовъ и всѣ приходили къ одному и тому же выводу: оптическія явленія какого бы то ни было характера абсолютно не зависятъ отъ поступательнаго движенія земли. Могутъ еще, можетъ быть, послѣ этого подумать, что вліяніе такого рода имѣется, но оно настолько слабо, что наши инструменты не въ состояніи его открыть. Но одинъ американскій физикъ, Майкельсонъ, придумалъ особое приспособленіе, которое увеличиваетъ чувствительность аппаратовъ въ сто разъ, и тѣмъ не менѣе пришелъ къ тому же результату. При каждомъ опытѣ приходилось придумывать новое объясненіе, искавшее причину неполученія результата въ степени точности опыта. Однако, многочисленность объясненій сдѣлала это предположеніе невѣроятнымъ. Для каждаго случая какимъ-то мистическимъ путемъ находилось особое обстоятельство, дѣйствовавшее чисто провиденціально точно уравнивающимъ образомъ! Себя увидѣли воочію передъ одной общей причиной и пришли въ концѣ концовъ къ заключенію, что принципъ относительности является всеобщимъ міровымъ закономъ.

Необходимо было теперь какъ-нибудь только согласовать принципъ относительности съ признанными доселѣ теоретическими воззрѣніями, или болѣе того, необходимо было эти воззрѣнія такъ

видоизмѣнить, чтобы они сдѣлались совмѣстимыми съ принципомъ. Честь конечнаго успѣха въ этомъ трудномъ дѣлѣ принадлежитъ голландскому физику Лоренцу, лауреату нобелевской преміи. Чтобы дать вамъ понять, въ чемъ заключается его рѣшеніе вопроса, я предварительно долженъ пояснить вамъ новое понятіе—„мѣстное время“.

Представимъ себѣ двухъ наблюдателей,—одного въ Берлинѣ, другого—въ Парижѣ. Обоимъ хочется сравнить свои часы. Я предполагаю, что ихъ часы превосходнѣйшіе и обладаютъ чрезвычайной точностью вывѣрки, допустимъ до одной милліонной доли секунды. Какъ же имъ приступить къ дѣлу? Они могутъ дать другъ другу сигналы, хотя бы, напримѣръ, при помощи безпроволочнаго телеграфа. Но каждому, конечно, извѣстно, что „Герцовскія волны“, использованныя для безпроволочнаго телеграфа—не что иное, какъ свѣтовыя волны, свѣтъ, только свѣтъ не воспринимаемый нашимъ глазомъ, такъ какъ послѣдній воспринимаетъ только опредѣленныя окраски.

Какъ особый родъ свѣта, Герцовскіе лучи распространяются съ точно такою же быстротою, какъ и видимые лучи. Въ заранѣе условленный моментъ парижанинъ посылаетъ сигналъ, по которому, берлинецъ, переставляетъ свои часы. Но если ограничиться только этимъ, то часы берлинца, навѣрное, будутъ нѣсколько позади часовъ

парижанина, такъ какъ свѣтъ тратитъ нѣкоторое время, чтобы изъ Парижа прійти въ Берлинъ. Чтобы устранить эту неточность, наблюдатели обмѣниваются теперь сигналомъ въ обратномъ порядкѣ. Изъ Берлина сигналъ будетъ данъ и парижанинъ его получитъ. При этомъ второмъ сравненіи часы берлинца будутъ скакать впереди относительно часовъ парижанина. Наконецъ, наблюдатели возьмутъ среднюю величину изъ двухъ сравненій. Такимъ образомъ, можно съ успѣхомъ продолжать сравненіе. Но добьемся ли мы такимъ способомъ полнаго согласія между показаніями обоихъ часовъ?

Мы исходили изъ того допущенія, кто свѣтъ (электрическія волны) затрачиваетъ одинъ и тотъ же промежутокъ времени, чтобы пробѣжать изъ Парижа въ Берлинъ или изъ Берлина въ Парижъ. Это предположеніе было бы вполнѣ справедливо только въ томъ случаѣ, если бы оба города находились въ состояніи покоя. Но они участвуютъ въ движеніи земли на ея міровомъ пути, въ движеніи всей солнечной системы въ области Млечнаго Пути—въ движеніи, которое увлекаетъ всю эту систему къ созвѣздію Геркулеса, и, можетъ быть, участвуютъ еще и въ другихъ движеніяхъ, которыя мы не вѣдаемъ и никогда вѣдать не будемъ!

Вполнѣ возможно, поэтому, что Парижъ будетъ обгонять на этомъ пути земли сигналы, посланные изъ Берлина, или, наоборотъ, вполнѣ воз-

можно, что Берлинъ будетъ обгонять сигналы, посланные изъ Парижа. Въ первомъ случаѣ лучъ, посланный изъ Берлина скорѣе попадетъ въ Парижъ, нежели лучъ изъ Парижа попадетъ въ Берлинъ. Въ второмъ случаѣ порядокъ будетъ обратный.

Въ первомъ случаѣ берлинскіе часы, регулированные указаннымъ выше способомъ, будутъ отставать—во второмъ случаѣ они окажутся впереди. Который же изъ этихъ двухъ случаевъ будетъ имѣть мѣсто на самомъ дѣлѣ? Отвѣтить на этотъ вопросъ мы не можемъ и никогда умѣть не будемъ. такъ какъ намъ ничего не извѣстно объ абсолютномъ движеніи земли въ пространствѣ, и мы никогда не сумѣемъ производить въ этомъ направленіи какіе-либо опыты. Иными словами, это значитъ—в р е м я, к а к ъ и п р о с т р а н с т в о, о т н о с и т е л ь н о. Одно событіе происходитъ на Сиріусѣ, другое—на землѣ: произошли ли оба явленія одновременно, совершается ли одно изъ нихъ раньше, и какое именно? Это вопросъ, который вѣчно будетъ ожидать рѣшенія, и я думаю, что онъ самъ по себѣ даже лишенъ смысла.

Абсолютное время! Если даже допустить, что подобное выраженіе имѣетъ какой-нибудь смыслъ, то и тогда онъ останется для насъ навсегда скрытымъ. Все, что мы въ состояніи знать, это „м ѣ с т н о е в р е м я", т.-е. время, установленное только что описаннымъ способомъ.

Вернемся теперь къ выводу, установленному нами выше,—выводу, на которомъ основана старая механика.

Тѣло подъ дѣйствіемъ какой-либо силы изъ состоянія покоя пришло въ движеніе и къ концу первой секунды пріобрѣло скорость W. Что произойдетъ, если сила будетъ продолжать свое дѣйствіе на тѣло и въ теченіе еще одной, второй секунды? Чтобы отвѣтить на это, вообразимъ себѣ наблюдателя, который перемѣщается съ той же скоростью W, но воображающаго, что онъ находится въ покоѣ. Для него разсматриваемое тѣло въ началѣ второй секунды представляется неподвижнымъ, такъ какъ скорость тѣла и собственная его скорость одинаковы. Итакъ, движеніе тѣла въ теченіе второй секунды представится наблюдателю точно такъ же, какъ то представлялость намъ, неподвижнымъ въ теченіе первой секунды. Отсюда мы заключили, что во время этой второй секунды скорость тѣла удвоилась.

Однако, это заключеніе допустимо только потому, что мы разсматривали время, какъ обсолютное, мы считали, что наблюдатель, перемѣщающійся, ведетъ счетъ времени точно такъ же, какъ и наблюдатель покоящійся. Но мы сейчасъ видимъ, что это предположеніе недопустимо.

Если оба города, Парижъ и Берлинъ, неподвижны, то недвижущійся наблюдатель будетъ убѣжденъ, что часы въ Парижѣ и Берлинѣ строго совпадаютъ. Напротивъ, наблюдатель, движущій-

ся, но воображающій себя находящимся въ покоѣ, а оба города—въ движеніи, долженъ будетъ прійти къ заключенію, что часы въ Берлинѣ немного отстаютъ отъ часовъ парижскихъ. Если, такимъ образомъ, перемѣщающійся и неподвижный наблюдатели судятъ о времени различно, то такъ же различны будутъ ихъ сужденія о скоростяхъ, и мы получаемъ, принимая во вниманіе всѣ эти обстоятельства, на основаніи нашихъ предыдущихъ заключеній, что скорость тѣла въ концѣ второй секунды не будетъ равна 2 W. Она, разумѣется, значительно увеличится, но на величину меньшую, нежели въ первую секунду; еще на меньшую величину она возраститъ въ теченіе третьей секунды и т. д.—въ каждую послѣдующую секунду все на меньшую и меньшую величину. Подъ дѣйствіемъ постоянной силы,—гласитъ старая механика,—тѣло принимаетъ равномѣрно ускоренное движеніе, какъ бы ни была велика пріобрѣтенная скорость. Подъ дѣйствіемъ постоянной силы, — гласитъ новая механика,—ускореніе движенія тѣла будетъ постольку слабѣе, поскольку будетъ возрастать пріобрѣтаемая скорость.

Это можно выразить еще иначе. Какъ вамъ из-

вѣстно, наиболѣе характернымъ свойствомъ матеріи является инертность. Если матерія находится въ покоѣ, то для того, чтобы привести ее въ движеніе, необходима сила; она необходима также, чтобы возвратить ее къ неподвижному состоянію, либо, чтобы движеніе ея ускорить, либо, чтобы отклонить ее отъ прямого пути. Это противодѣйствіе, оказываемое матеріей воздѣйствующей на нее силѣ, стремящейся измѣнить состояніе покоя или движенія матеріи, называютъ „инерціей". Различныя тѣла могутъ противоставить этимъ силамъ противодѣйствіе въ большей или въ меньшей степени. Сила, дѣйствующая на опредѣленное тѣло, сообщаетъ ему опредѣленное ускореніе; если же та же сила дѣйствуетъ на большее тѣло, то ускореніе будетъ меньше, чѣмъ въ первомъ случаѣ. Вы можете привести въ движеніе точку, но съ тѣмъ же усиліемъ вы не сдвинете съ мѣста паровозъ. Для одного и того же тѣла ускореніе пропорціонально силѣ, сообщающей это ускореніе, и отношеніе силы къ ускоренію и есть то, что понимаютъ подъ „массой" тѣла, и что вмѣстѣ съ тѣмъ характеризуетъ инерцію послѣдняго.

Старая механика утверждаетъ, что масса одного и того же тѣла постоянна, и что она, слѣдовательно, не зависитъ отъ ранѣе уже пріобрѣтенной тѣломъ скорости. Изъ этого, какъ мы выше видѣли, слѣдуетъ, что подъ дѣйствіемъ постоянной силы скорость, достигнутая тѣломъ въ концѣ первой секунды, должна удвоиться въ концѣ второй,

утроиться въ концѣ третьей и т. д., такъ что съ теченіемъ времени скорость можетъ превзойти всякія границы.

Далеко не такъ обстоитъ дѣло въ новой механикѣ. Мы уже знаемъ, что въ ней скорость въ теченіе второй секунды возрастаетъ меньше, чѣмъ въ теченіе первой, еще меньше—въ теченіе третьй и т. д. Это значитъ: скорость тѣла возрастаетъ въ теченіе второй секунды меньше потому, что тѣло противоставляетъ ускоряющей силѣ большее сопротивленіе. Ускореніе происходитъ, слѣдовательно, такъ, какъ будто бы инерція или масса тѣла увеличилась. А если такъ, то, слѣдовательно, масса тѣла не есть нѣчто постоянное; она зависитъ отъ скорости и растетъ вмѣстѣ съ ней.

При малыхъ скоростяхъ это вліяніе всегда незамѣтно, и поэтому масса, какъ и въ старой механикѣ, можетъ быть разсматриваема, какъ постоянная величина, но при большихъ скоростяхъ картина рѣзко мѣняется. Равнымъ образомъ, при малыхъ скоростяхъ тѣла опять-таки, какъ и въ старой механикѣ, противоставляютъ постоянное сопротивленіе инерціи какъ движущимъ силамъ, такъ и тѣмъ силамъ, которыя стремятся отклонить тѣло отъ прямого пути, т.-е. направить тѣло по кривой траекторіи. При большихъ скоростяхъ это ужъ больше невѣрно.

Согласно новой механикѣ масса тѣла сильно возрастаетъ вмѣстѣ со скоростью, и при скорости,

равной скорости свѣта, она становится безконечно большой. Въ той степени, въ какой возрастаетъ скорость, возрастаетъ и сопротивленіе ея приращенію. Слѣдовательно, скорость какого-либо тѣла никогда не можетъ ни превзойти, ни достичь быстроты свѣта, такъ какъ для того, чтобы перешагнуть черезъ эту границу, необходимо было бы ей преодолѣть безконечно большое сопротивленіе. В ъ этомъ и состоитъ вся сущность новой механики: никакая скорость въ мірѣ не можетъ стать больше скорости свѣта, которая является крайнимъ предѣломъ. Какъ бы велика ни была ускоряющая сила, какъ бы долго она ни дѣйствовала,—граница эта ни въ коемъ случаѣ не можетъ быть перешагнута. А разъ такъ, то „Люменъ“ Фламмаріона становится невозможнымъ; онъ для насъ сновидѣніе, слишкомъ величественное для того, чтобы быть достижимымъ. Въ самыхъ опредѣленіяхъ его заключается внутреннее противорѣчіе. Затрудненія, которыя были нами указаны выше, теперь исчезаютъ сами собою. Если эта гипотеза, или мечта, не согласовалась съ принципомъ относительности, то, слѣдовательно, она заключаетъ въ себѣ противорѣчіе. При болѣе внимательномъ разсмотрѣніи видно, что и въ тѣхъ случаяхъ, которые не лежатъ у границы, въ случаяхъ, доступныхъ опытному изслѣдователю, затрудненія исчезаютъ подобнымъ же образомъ.

Здѣсь я хочу предупредить одно возможное воз-

раженіе. Предположимъ, передъ нами судно № 1. По нашей гипотезѣ, скорость его не можетъ превышать 300.000 километровъ, но она можетъ, конечно, быть, какъ угодно, близка къ этой границѣ; я приму его скорость равной 200.000 килом. Представимъ себѣ одного наблюдателя, находящагося на этомъ суднѣ, и затѣмъ представимъ себѣ еще другое судно. На основаніи принципа относительности, второе судно можетъ получить кажущуюся скорость по отношенію къ наблюдателю такую же, какъ и въ случаѣ, если бы наблюдатель находился въ покоѣ, допустимъ тоже 200.000 килом. Тогда судно № 2 движется относительно наблюдателя со скоростью 200.000 килом., который самъ, въ свою очередь, движется съ такою же скоростью. Въ цѣломъ, стало быть, скорость судна № 2 400.000 килом. и превосходитъ, слѣдовательно, скорость свѣта. Такого рода заключенія вполнѣ соотвѣтствуютъ нашему старому образу мыслей, но теперь намъ нужно отъ него отвыкнуть. Не надо забывать, что въ новой механикѣ время уже не можетъ быть разсматриваемо, какъ нѣчто абсолютное, что находящійся въ движеніи наблюдатель не всегда оцѣниваетъ его по нашему, и, поэтому, скорости также вычисляетъ иначе. Та самая разница въ скоростяхъ, которая кажется ему равной 200.000 километровъ, при нашемъ способѣ отсчета времени, быть можетъ, будетъ равна только 50.000 килом.,— и, такимъ образомъ, общая скорость представится намъ равной только 250.000 километрамъ.

Теорія Лоренца до сихъ поръ давала намъ только гипотезы, вполнѣ допустимыя. Къ сожалѣнію, среди нихъ есть еще одна, которая очень плохо вяжется съ нашими обычными представленіями. Однако, ее нельзя избѣгнуть, если считать принципъ относительности сохраняющимъ свое значеніе и для тѣхъ скоростей, направленіе которыхъ не совпадаетъ съ направленіемъ общаго перемѣщенія. По Лоренцу, если тѣло движется, то оно испытываетъ опредѣленнаго рода сокращеніе, сжатіе; его пространственная форма въ направленіи, перпендикулярномъ къ перемѣщенію, остается неизмѣнной, въ направленіи же самого движенія претерпѣваетъ сокращеніе, сжимается. Такъ, напримѣръ, шаръ принимаетъ форму приплюснутаго эллипсоида. Во всякомъ случаѣ, это сжатіе крайне незначительно; если даже возьмемъ движеніе, соотвѣтствующее землѣ на ея пути относительно солнца, то и въ этомъ случаѣ сжатіе представляетъ едва $^1/_{200.000}$. Что мнѣ кажется страннымъ, такъ это то обстоятельство, что это сжатіе одно и то же для всѣхъ тѣлъ. Необходимо обратить вниманіе еще на то, что эта деформація не можетъ быть ни въ коемъ случаѣ опредѣлена нашими измѣрительными приборами, даже если бы они были гораздо болѣе совершенны. Въ самомъ дѣлѣ: всѣ тѣла деформируются въ одинаковой степени, а, слѣдовательно, и измѣрительные инструменты и тѣла, подлежащія измѣренію, подвергаются одинаковому измѣненію, и въ результатѣ деформація не

можетъ стать замѣченной. Мы хотимъ этимъ сказать, что всѣ тѣла деформированы, если мы рѣшимъ измѣрять ихъ длину и ширину временемъ, которое нужно свѣту для того, чтобы эти разстоянія пройти.

Земля, значитъ, претерпѣваетъ сжатіе вслѣдствіе своего смѣщенія; но мы не могли бы опредѣлить этого сжатія путемъ геодезическихъ измѣреній даже въ томъ случаѣ, если бы точность измѣреній въ милліоны разъ превзошла бы нынѣшнюю, такъ какъ инструменты, употребляемые для измѣренія базъ, измѣняются точно такъ же, какъ и земля. Но, можетъ быть, это сжатіе можетъ быть опредѣлено астрономами другихъ планетъ, если только употребляемые ими телескопы безконечно точнѣе нашихъ, ибо для измѣреній имъ служитъ свѣтъ. Это въ высшей степени поразительная вещь, которая бы меня самого удивила, если бы мнѣ не было извѣстно, что это ни что иное какъ прямое истолкованіе опыта Майкельсона. Это гипотеза, дѣйствительно, возникаетъ, если то, что доказано Майкельсономъ для одного единственнаго случая, распространить на всѣ тѣла [8]).

Вы видите, въ какой степени косвенны доказательства новой механики и въ какой степени ощутима нужда въ прямыхъ экспериментальныхъ подтвержденіяхъ. Но сдѣлать это, къ сожалѣнію, слишкомъ трудно, такъ какъ разница въ выводахъ старой и новой механики выступаетъ ясно только при очень

большихъ скоростяхъ. Что же слѣдуетъ разумѣть подъ очень большими скоростями? Скорость автомобиля, локомотива, или, чтобы быть вполнѣ моднымъ, аэроплана? Скорость около ста верстъ въ часъ для обстоятельствъ настоящаго вопроса это все равно, что скорость улитки. Но мы можемъ воспользоваться значительно большими скоростями: стоитъ только обратиться къ планетамъ. Такъ, напримѣръ, скорость Меркурія, самой быстрой изъ планетъ, составляетъ тоже 100 километровъ, но не въ часъ, а въ секунду!—однако, и такая скорость далеко намъ недостаточна. Покуда мы будемъ пользоваться только такими небольшими скоростями,—мы ничего не будемъ въ состояніи сдѣлать.

Только катодные лучи дали намъ первый практическій примѣръ скорости, во много, много разъ большей. Всѣ вы знаете про стеклянныя труб въ которыхъ можно наблюдать катодные лучи. Въ настоящее время пришли къ убѣжденію, что катодные лучи состоятъ изъ чрезвычайно мельчайшихъ частичекъ, несущихъ отрицательный электрическій зарядъ; и, въ самомъ дѣлѣ, можно собрать эти лучи на металлическомъ цилиндрѣ, который, воспринимая все время отрицательное электричество, очень быстро заряжается. Позже былъ открытъ радій. Это удивительное вещество испускаетъ троякаго рода лучи, которые обозначаются тремя буквами греческаго алфавита—α, β, γ. Лучи—β вообще говоря, вполнѣ аналогичны катоднымъ лучамъ. Радій слов-

но производитъ постоянную бомбардировку тѣлъ окружающей среды. Эта бомбардировка, однако, сильно непохожа на артиллерійскій огонь европейскихъ армій—калибръ орудій значительно меньше. При этомъ быстрота обстрѣла, и, главнымъ образомъ,—начальная скорость снарядовъ больше во много сотенъ тысячъ разъ. Снаряды эти такъ же, какъ и наши пушки, заряжены, но не порохомъ, а отрицательнымъ электричествомъ.

Какъ можно измѣрить скорость этихъ снарядовъ? Вамъ извѣстно, что наэлектризованныя тѣла дѣйствуютъ другъ на друга: они взаимно притягиваются и отталкиваются. Наши снарядики электрически заряжены: попробуйте помѣстить ихъ въ электрическое поле, т.-е. между двумя пластинками, соединенными съ обоими полюсами электрической машины или индукціоннаго аппарата, они будутъ тогда подвержены силѣ, стремящейся отклонить ихъ отъ ихъ пути. Катодные лучи отклоняются, слѣдовательно, электрическимъ полемъ отъ ихъ первоначальнаго направленія, при чемъ величина отклоненія зависитъ отъ скорости молекулъ; кромѣ того, она находится еще въ зависимости и отъ ихъ массы, т.-е. отъ инерціи, которую противоставляютъ наши снаряды вліянію силы, стремящейся къ ихъ отклоненію.

Больше того: разсматриваемые нами снаряды несутъ съ собою электрическіе заряды, и эти заряды находятся, стало быть, въ движеніи, къ тому же, въ движеніи чрезвычайно быстромъ. Электри-

чество въ движеніи представляетъ собою ни что иное, какъ электрическій токъ. Однако, мы знаемъ, что токи отклоняются магнитомъ, т.-е., точнѣе, магнитнымъ полемъ; катодные лучи, стало быть, будутъ отклоняться магнитомъ отъ ихъ первоначальнаго направленія. Это отклоненіе, подобно упомянутому электричеству, зависитъ отъ скорости и массы снарядиковъ, но только зависимость здѣсь иного характера. Магнитное отклоненіе, при прочихъ одинаковыхъ условіяхъ, будетъ больше электрическаго, если скорость будетъ больше. Фактически магнитное отклоненіе возбуждается дѣйствіемъ магнита на токъ и оно по величинѣ больше, если токъ сильный. Токъ же будетъ сильнѣй, если скорость больше, ибо движеніе снаряда есть то, что порождаетъ токъ.

Поэтому считаютъ возможнымъ измѣрить одновременно какъ скорость снаряда, такъ и его массу—отнесенную къ опредѣленному электрическому заряду—тѣмъ, что подвергая катодный лучъ сначала дѣйствію электрическаго, а затѣмъ магнитнаго поля, сравниваютъ оба отклоненія другъ съ другомъ. Этимъ способомъ была опредѣлена чрезвычайно большая скорость этихъ излученій: около 10.000 километровъ для катодныхъ лучей и отъ 30.000 до 100.000 километровъ для радія. Это тѣ именно скорости, которыя нужны для нашихъ цѣлей. Проф. Абрагамъ, исходя изъ этого, пришелъ къ слѣдующимъ соображеніямъ: согласно опыту мы знаемъ, что при замыканіи электрическаго тока

послѣдній испытываетъ извѣстное начальное сопротивленіе, которое прекращается только тогда, когда токъ установился. При размыканіи же тока, онъ обнаруживаетъ стремленіе сохраниться. Такимъ образомъ, одинаково трудно привести убывающій токъ въ состояніе покоя, какъ и токъ постояннаго напряженія. Явленіе это дѣлается понятнымъ въ ежедневно наблюдаемыхъ процессахъ.

Часто контактные колесики электрическаго вагона отскакиваютъ отъ провода, проводящаго къ вагону токъ. Въ этотъ моментъ появляется искра. Почему? Да потому, что токъ идетъ отъ провода къ колесику. Если колесико на моментъ оставляетъ проводъ, то образуется воздушный промежутокъ, который препятствуетъ прохожденію электричества. Несмотря на это, однако, токъ не приходитъ въ состояніе покоя, — какъ мы выше видѣли, токъ стремится продолжать свое движеніе, и со свойственной ему, такъ сказать, рѣзвостью перескакиваетъ препятствіе въ видѣ искры.

Разсматриваемое здѣсь явленіе носитъ названіе самоиндукціи. Самоиндукція въ сущности есть ни что иное, какъ настоящая инерція.

Эѳиръ [9]) противоставляетъ сопротивленіе силѣ, стремящейся образовать токъ; то же самое происходитъ, когда уже установившійся токъ прекращается дѣйствіемъ какой-либо силы. Нетрудно видѣть, что мы здѣсь встрѣчаемся съ совершенно такими же соотношеніями, какія имѣютъ мѣсто въ

матеріи, когда матерія оказываетъ сопротивленіе силѣ, стремящейся привести ее, матерію, изъ состоянія покоя въ состояніе движенія, или обратно—изъ состоянія движенія въ состояніе покоя. Мы имѣемъ, стало быть, наряду со свойствомъ механической инерціи еще фактически — „свойство инерціи электрической“. Въ самомъ дѣлѣ: наши снаряды заряжены электричествомъ.

Въ тотъ моментъ, когда эти снарядики приходятъ въ движеніе, они порождаютъ электрическій токъ; когда же прекращается ихъ движеніе, тогда прекращается и токъ. Такимъ образомъ, помимо механической энергіи, эти снарядики обладаютъ еще и электрической энергіей; они имѣютъ, такъ сказать, двѣ массы: одну дѣйствительную или механическую, и другую кажущуюся массу, которая своимъ происхожденіемъ обязана явленіямъ электромагнитной самоиндукціи. То, что мы измѣряемъ, есть сумма этихъ обѣихъ массъ.

Въ свое время Абрагамъ предполагалъ, что, изучивши оба отклоненія радіоактивныхъ лучей, электрическое и магнитное, ему удастся опредѣлить величину каждой изъ этихъ массъ въ отдѣльности. Фактически, электромагнитная масса, происхожденіе которой мы только что выяснили, измѣняется вмѣстѣ со скоростью и притомъ по извѣстнымъ законамъ, которые болѣе подробно излагаетъ теорія электричества, тогда какъ дѣйствительная масса

должна быть разсматриваема, какъ неизмѣнная, постоянная.

Если мы сейчасъ разсмотримъ отношенія между совокупностью обѣихъ массъ и скоростью, то мы можемъ узнать, какъ велика часть дѣйствительной, неизмѣняющейся массы, и какъ велика часть кажущейся массы электромагнитнаго происхожденія. При этомъ намъ необходимо допустить слѣдующую гипотезу: всѣ снаряды, какъ несомые катодными лучами, такъ и выбрасываемые радіемъ, имѣютъ одну и ту же сущность, и отличаются другъ отъ друга только величиной и скоростью.

Если бы эта гипотеза была невѣрна или по какому-нибудь неизвѣстному мнѣ основанію недопустима, то наблюдаемыя нами совокупныя массы и скорости измѣнялись бы крайне незакономѣрно, и притомъ совершенно другъ отъ друга независимо. То же самое было бы и съ обоими отклоненіями, магнитнымъ и электрическимъ, которые, какъ мы видимъ, зависятъ отъ этой совокупной массы и отъ скорости. Если мы воспримемъ частички (снарядики) на чувствительную пластинку, то послѣ проявленія мѣста удара частичекъ обнаружатся въ видѣ небольшихъ, черныхъ точекъ. Представимъ себѣ теперь что фотографическій аппаратъ установленъ такъ, что магнитное отклоненіе направлено по ширинѣ пластинки, а электрическое—по длинѣ ея. Тогда, въ случаѣ, если допущенная нами

гипотеза невѣрна, мѣста удара частичекъ случайно распространяются по пластинкѣ и заполнять всю ее. Но этого, на самомъ дѣлѣ, никогда не бываетъ; наоборотъ, удары распредѣляются по очень правильной кривой.

Изученіе кривой, на почвѣ столь прочно поставленной гипотезы, даетъ намъ искомое соотношеніе между общей массой и скоростью. Опытъ этотъ былъ продѣланъ Кауфманомъ. Результатъ оказался чрезвычайно поразительнымъ. Именно, оказалось, что д ѣ й с т в и т е л ь н а я м а с с а р а в н а н у л ю, и, слѣдовательно, в с я м а с с а ч а с т и ц ы э л е к т р и ч е с к а г о п р о и с х о ж д е н і я. Вполнѣ понятно, что это заключеніе вызвало полный переворотъ въ нашихъ воззрѣніяхъ о сущности матеріи.

Этотъ выводъ вызвалъ вопросъ: не представляются ли соотношенія между массой и скоростью вполнѣ одинаковыми съ тѣми, къ которымъ приводитъ принципъ относительности? Для рѣшенія этого вопроса было бы необходимо чрезвычайно тщательное изученіе указанной кривой, а это было очень трудно. Первые опыты, продѣланные Кауфманомъ, привели сначала къ отрицательнымъ результатамъ; когда же они были повторены, при измѣненныхъ условіяхъ, Бухереромъ, то они привели къ положительнымъ выводамъ, съ которыми большинство физиковъ принуждено было согласиться [10]).

Заключенія изъ этихъ изслѣдованій представля-

ются намъ въ своеобразномъ свѣтѣ, не только благодаря тому обстоятельству, что они доставляютъ намъ полное подтвержденіе Лоренцовской механики, но и благодаря тому, что мы черезъ нихъ получаемъ новое представленіе о сущности дѣйствительной массы, составляющей тѣла. Дѣйствительная масса тѣлъ должна быть равна нулю; точнѣе выражаясь, здѣсь слѣдуетъ различать двѣ вещи: матеріальныя молекулы и самостоятельные элементы этихъ молекулъ. Это значитъ, что въ настоящее время на химическіе атомы намъ надо смотрѣть, какъ на весьма сложныя сооруженія, состоящія изъ отрицательныхъ электроновъ, т.-е. частичекъ, заряженныхъ отрицательнымъ электричествомъ, затѣмъ изъ положительныхъ электроновъ и, можетъ быть, еще и изъ нейтральныхъ частичекъ.

Для наглядности можно себѣ представить химическій атомъ, какъ своего рода солнечную систему, гдѣ роль солнца, центральнаго свѣтила, играетъ центральный положительный электронъ, вокругъ котораго двигаются многочисленныя маленькія планеты—отрицательные электроны. Частицы, несомыя катодными лучами, равно какъ и испускаемыя радіемъ—именно отрицательные электроны; только надъ ними одними и было до сихъ поръ возможно произвести опыты.

Относительно нихъ и было прочно установлено, что они никакой реальной массы не имѣютъ, что то, что мы называемъ ихъ массой, есть только нѣчто кажущееся, обя-

занному своимъ происхожденіемъ чисто электрическимъ процессамъ. Но относительно положительныхъ электроновъ это еще до сихъ поръ не доказано, такъ какъ надъ ними до сихъ поръ еще нельзя было экспериментировать, вслѣдствіе того, что они, нѣкоторымъ образомъ, слишкомъ грубы и потому не могутъ пріобрѣсти достаточно большей скорости. Пока, слѣдовательно, можно считать, что они обладаютъ дѣйствительной массой и являются, такимъ образомъ, носителями матеріи въ собственномъ смыслѣ этого слова, тогда какъ отрицательные электроны представляютъ только электричество безъ матеріальной подкладки [11]).

Но если признать справедливость принципа относительности, то мы, въ силу послѣдовательности, должны прійти къ заключенію, что дѣйствительная масса какъ положительныхъ электроновъ, такъ и нейтральныхъ частицъ, — если таковыя существуютъ,—претерпѣваетъ измѣненія точно по тѣмъ же законамъ, что и кажущаяся масса электромагнитнаго происхожденія. Но въ этомъ случаѣ передъ нами двѣ гипотезы: либо положительные электроны также не имѣютъ никакой дѣйствительной массы, а только кажущуюся, либо же они имѣютъ дѣйствительную массу, но она подвергается количественнымъ измѣненіямъ. Въ обоихъ случаяхъ мы далеко отходимъ отъ обычныхъ представленій относительно матеріи.

Лавуазье училъ насъ, что матерія сама-по-себѣ не увеличивается и не уменьшается,—что существуетъ „законъ сохраненія матеріи". Этимъ закономъ онъ хотѣлъ выразить, что масса неизмѣнна, постоянна, и нашелъ подтвержденіе этому путемъ взвѣшиванія. Теперь же мы вдругъ открыли, что либо тѣла вовсе не обладаютъ никакой массой, либо масса не остается постоянной. Изъ этого, разумѣется, еще не слѣдуетъ, что законъ, формулированный Лавуазье, утратилъ всякій смыслъ; едва ли имѣется что-нибудь надежнѣй въ своемъ постоянствѣ, нежели масса при малыхъ скоростяхъ. Однако, понятіе, которое мы связываемъ со словомъ масса, въ концѣ концовъ, все-таки оказывается всецѣло поставленнымъ вверхъ ногами. То, что мы называли матеріей, цѣликомъ совпадало съ понятіемъ массы, это было то, что представлялось самымъ осязаемымъ и вмѣстѣ съ тѣмъ постояннымъ. А теперь—теперь вдругъ оказывается, что такой массы вовсе не существуетъ!

Итакъ, по новѣйшимъ воззрѣніямъ, матерія совершенно пассивна. Свойство оказывать сопротивленіе силамъ, стремящимся измѣнить ея движеніе, это свойство въ настоящее время утратило всякій смыслъ. Когда пушечное ядро летитъ съ большою быстротою и, благодаря этому, является носителемъ живой силы, огромной энергіи, распространяющей смерть и разрушеніе, то молекулы желѣза ужъ больше не представляются намъ вмѣстилищемъ этой энергіи,—ея вмѣстилище слѣдуетъ

искать въ окружающемъ эти молекулы эѳирѣ. Можно почти сказать: больше нѣтъ матеріи, есть только дыры въ эѳирѣ. И поскольку эти отверстія обнаруживаютъ активную роль, постольку она состоитъ въ томъ, что они не могутъ мѣнять своего мѣста безъ того, чтобы не оказать вліянія на окружающій ихъ эѳиръ, который съ своей стороны оказываетъ реакцію противъ этихъ перемѣщеній [12]).

Но это еще не все! Если мы вмѣстѣ съ Лоренцомъ поддерживаемъ общность принципа относительности, то мы должны прійти и къ другимъ заключеніямъ. Не только всѣ массы имѣютъ сплошь электромагнитное происхожденіе,—или, по крайней мѣрѣ, измѣняются по соотвѣтственнымъ этому происхожденію законамъ,—но и всѣ силы должны быть электромагнитнаго происхожденія, или, по меньшей мѣрѣ, измѣняться по тѣмъ же законамъ, что и силы электромагнитнаго происхожденія. Итакъ, чтобы увѣнчать все построеніе новой механики, необходимо найти для общей совокупности силъ, нѣкоторымъ образомъ, электромагнитное объясненіе. Этого, однако, до сихъ поръ еще не достигли, и даже самая возможность такого объясненія еще очень далека. Мы знаемъ различнаго рода силы и среди нихъ есть такія, которыя особенно упорно противятся этому роду объясненію.

Что касается Ньютоновской силы тяготѣнія, то въ этомъ отношеніи Лоренцъ былъ менѣе счастливъ.

Извѣстно, что электричества одноименныя отталкиваются другъ отъ друга, разноименныя—притягиваются.

Подъ молекулой мы должны понимать нѣкотораго рода аггрегатъ положительныхъ и отрицательныхъ электроновъ, тяготѣющихъ другъ къ другу; молекула нейтральна, такъ какъ она обладаетъ одинаковымъ числомъ какъ положительныхъ, такъ и отрицательныхъ электрическихъ частицъ.

Представимъ себѣ двѣ молекулы; заключающіяся въ нихъ различныя электричества взаимно притягиваются или отталкиваются. По до сихъ поръ всѣми принимающимся законамъ электрическихъ явленій эти притяженія и отталкиванія, безъ сомнѣнія, должны другъ друга точно уравновѣшивать; но стоитъ лишь немного измѣнить упомянутые законы, какъ дилемма притяженія и отталкиванія уже не будутъ имѣть мѣста. Достаточно только допустить, что отрицательное электричество сильнѣе притягиваетъ положительное электричество, нежели отталкиваетъ отрицательное, или, что положительное электричество не отталкиваетъ одно именнаго электричества.

Тогда не будетъ уже больше возможно полное выравниваніе силъ, и притяженіе перевѣситъ отталкиваніе, и при этомъ такъ, что обѣ молекулы, хотя онѣ нейтральны, будутъ притягиваться соотвѣтственно закону Ньютона.

Принятіе такого измѣненія законовъ электрическихъ явленій не повредитъ принципу относитель-

ности; оно представитъ, пожалуй, усложненія нѣсколько искусственнаго характера. Но имѣется еще рядъ другихъ силъ, подобныхъ тяготѣнію, и становится страшно предъ всѣми гипотезами, которыя придется нагромоздить для того, чтобы привести въ одну систему всѣ эти силы. Особенныя затрудненія представляетъ въ этомъ отношеніи треніе. Я задаю вопросъ: какъ можно будетъ обосновать законы удара не вполнѣ упругихъ тѣлъ? На мою долю не выпало счастье найти что-либо, что привело бы ихъ къ единогласію съ принципомъ относительности.

Такимъ образомъ „новая механика" стоитъ еще пока на зыбкой почвѣ. Ей слѣдуетъ, поэтому, пожелать новыхъ подтвержденій. Посмотримъ же, что даютъ намъ въ этомъ отношеніи астрономическія наблюденія.

Скорости планетъ, безъ сомнѣнія, относительно очень малы, но зато астрономическія наблюденія обладаютъ большой степенью точности и простираются на длинные промежутки времени.

Небольшія дѣйствія могутъ, стало быть, склониться въ такой степени, что пріобрѣтутъ значеніе величины, допускающей оцѣнку.

Единственное дѣйствіе, относительно котораго и можно было ожидать, что оно будетъ намъ замѣтнымъ, мы видимъ на самомъ дѣлѣ: я имѣю въ виду возмущеніе самой быстрой изъ всѣхъ планетъ — Меркурія. Она обнаруживаетъ въ дѣйствительности такія аномаліи въ своемъ движеніи, которыя

и по сію пору не могли быть объяснены небесной механикой. Движеніе ея перигелія гораздо значительнѣй вычисленныхъ на основаніи классической теоріи. Немало трудовъ было затрачено съ цѣлью объяснить эти отклоненія; допускали даже возмущающія дѣйствія планеты, будто бы расположенной ближе къ солнцу, нежели Меркурій. Однако, въ настоящее время можно съ увѣренностью сказать, что такой планеты не имѣется, и поэтому придумали кольцо космической матеріи вокругъ солнца. Новая механика даетъ теперь вполнѣ исчерпывающія объясненія разногласій между наблюденіями и вычисленіями, но она даетъ слишкомъ большую величину. По ней отложеніе равно 38″, тогда какъ наблюденныя отлоненія достигаютъ лишь 5″, Итакъ, это лишь посредственное подтвержденіе въ пользу „новой механики"; необходимо придумать еще особую причину для объясненія разности въ 38″. А когда эта причина отлоненія въ 33″ будетъ найдена, то она легко можетъ быть распространена и на всѣ 38″. Этотъ результатъ такимъ въ 33. А когда эта причина отлоненія въ 33 будетъ будетъ найдена, то она легко можетъ быть распространена и на всѣ 38. Этотъ результатъ, такимъ образомъ, не говоритъ въ пользу „новой механики", но отсюда, во всякомъ случаѣ, еще не слѣдуетъ, что онъ говоритъ и противъ нея. Новое ученіе не находится въ прямомъ противорѣчіи съ астрономическими наблюденіями.

Приведемъ еще одно слѣдствіе изъ „новой ме-

ханики", слѣдствіе, имѣющее близкое отношеніе къ астрономіи. Звѣзды непрерывно теряютъ свою живую силу, которая превращается въ свѣтовую энергію и разсѣивается въ міровомъ пространствѣ. Это относится ко всѣмъ тѣламъ, движеніе которыхъ совершается по кривымъ линіямъ. Когда добѣла раскаленныя тѣла посылаютъ намъ свѣтъ, то это происходитъ потому, что тѣла эти содержатъ движущіеся электроны, скорость которыхъ совершенно внезапно измѣняетъ свое направленіе. Всякій, въ извѣстной степени, быстрый поворотъ производитъ лучеиспусканіе. И звѣзды не могутъ не подчиниться этому завѣту, такъ какъ ихъ пути не прямолинейны; но такъ какъ онѣ описываютъ круги настолько большихъ радіусовъ, что ихъ круговыя орбиты можно разсматривать близкимъ къ прямолинейнымъ, то живая сила ихъ разсѣивается только съ крайней медленностью, которая не можетъ быть оцѣнена тѣми средствами, которыя находятся въ нашемъ распоряженіи. Пускай она разсѣется въ промежутокъ времени въ милліарды лѣтъ, тогда всѣ планеты упадутъ на солнце, если только это не случится гораздо раньше вслѣдствіе какихъ-то иныхъ причинъ, напримѣръ, вслѣдствіе вліянія противодѣйствующей среды.

Сопоставивши все вмѣстѣ, мы видимъ, что выводы, къ которымъ приходитъ „новая механика", нельзя еще признать окончательно обоснованными. Этого еще долго ждать, но эти выводы уже заслу-

живаютъ полнаго серьезнаго вниманія со стороны ученыхъ и философовъ.

Напрашивается еще, наконецъ, и слѣдующее соображеніе: законы механики по большей части условны. Ибо „сила“ есть „нѣчто“, непосредственному воспріятію чего насъ опытъ не учитъ. Опытъ насъ учитъ только тому, что при томъ или другомъ обстоятельствѣ то или другое тѣло тѣло получаетъ то или другое движеніе. Однако, выведенное нами изъ опыта положеніе мы не сохраняемъ въ этомъ же видѣ, а разлагаемъ его на другія два положенія. Мы говоримъ: 1) въ томъ и другомъ обстоятельствѣ состоитъ та или другая сила; 2) въ присутствіи той и другой силы принимаетъ то и другое тѣло то и другое движеніе. Первый изъ этихъ законовъ мы называемъ закономъ физическимъ, второй — механическимъ закономъ. Намъ пришлось, такимъ образомъ, искусственно ввести нѣкоторый вспомогательный факторъ, который есть открытіе нашего интеллекта и который мы назвали „сила“. Этотъ факторъ могъ бы быть созданъ нами различными способами, и соотвѣтственно съ этимъ различно представилось бы самое распредѣленіе данныхъ опыта въ физическій и механическій законъ. Законы механики, такимъ образомъ, нѣсколько произвольны, и мы ихъ выбираемъ, какъ намъ удобнѣе. Старые законы механики, которые были значительно проще новыхъ, долгое время были самыми удобными. Мы могли бы и впредь ихъ сохранить, и при

наличности новыхъ фактовъ, и въ частности при особенномъ вниманіи къ принципу относительности. Но тогда другая часть нашего положенія, именно. законъ физическій, получитъ трудно допустимое усложненіе, и съ этой точки зрѣнія мы должны признать законы новой механики болѣе удобными, хотя они не такъ просты, какъ законы старой механики. Собственно говоря, нельзя утверждать, что они въ большей степени истинны.

Къ тому же мы хорошо сознаемъ, что въ обычныхъ случаяхъ, при которыхъ мы имѣемъ дѣло съ измѣряемыми скоростями, старые механическіе законы всегда останутся болѣе удобными.

Не слѣдуетъ, поэтому, отрекаться отъ старыхъ законовъ; необходимо продолжать ихъ дальнѣйшее изученіе, если не самостоятельное, то, по крайней мѣрѣ, на ряду съ новыми законами [13].

Примѣчанія къ русскому переводу.

1) Авторъ этой брошюры еще въ своемъ извѣстномъ сочиненіи о „Цѣнности науки“, написанномъ въ 1905 году, констатировалъ „признаки серьезнаго кризиса“ современной физики и „всеобщій разгромъ“ старыхъ ея основныхъ законовъ, на которыхъ опирается познаніе природы. Онъ занимаетъ въ современной физикѣ промежуточную позицію между концептуалистской (отъ слова „концептъ“—чистое понятіе) школы и механистической, или новомеханистической. Различіе между этими двумя школами состоитъ въ томъ, что первой школѣ (къ ней изъ новѣйшихъ физиковъ принадлежатъ, напр., Махъ и Дюгемъ) наука представляется не болѣе какъ символической формулой, какъ картиной міра, созданной учеными; вторая же школа (къ ней принадлежатъ Ленардъ, Лярморъ, Лоренцъ и мн. др.) видитъ въ теоріяхъ науки реальное познаніе матеріальнаго міра, т.-е. отраженіе объективной реальности, въ томъ же смыслѣ, въ какомъ человѣчество вѣритъ въ реальность внѣшняго міра. Пуанкарэ полагаетъ, что

„не природа даетъ (или навязываетъ) намъ понятія пространства и времени, а мы даемъ ихъ природѣ“, и что „все, что не есть мысль, есть ничто“, а съ другой стороны—на вопросъ о томъ, каковъ критерій объективной науки?—отвѣчаетъ: „Да, тотъ же самый, какъ и критерій нашей вѣры во внѣшніе предметы. Эти предметы реальны, поскольку ощущенія, вызываемыя ими, представляются намъ соединенными, не знаю, какимъ-то неразрушимымъ цементомъ, а не случаемъ дня“ [1]).

2) Интересенъ слѣдующій эпизодъ, разсказанный Пуанкарэ въ одной изъ своихъ лекцій: „Я когда-то мимоходомъ высказалъ эти соображенія, хорошо знакомыя всѣмъ философамъ, и даже этимъ пріобрѣлъ извѣстность, отъ которой охотно отказался бы: всѣ реакціонныя французскія газеты приписывали мнѣ, будто я доказалъ, что солнце вращается вокругъ земли; въ знаменитомъ процессѣ Галилея съ инквизиціей вся вина оказывалась, такимъ образомъ, на сторонѣ Галилея“.

3) Пусть съ какой-нибудь звѣзды выѣзжаетъ молодой человѣкъ, лѣтъ 20-ти, и движется по отношенію къ намъ со скоростью, немного меньшей скорости свѣта, положимъ—со скоростью 280.000 километровъ въ секунду. Тогда черезъ 40 лѣтъ этому путешественнику исполнится 60 лѣтъ; но если мы слѣдили за нимъ все время,

---

[1]) Подробнѣе о теоріи науки, разработанной Пуанкарэ, см. мою вступительную статью къ русскому переводу статьи этого же автора „Эволюція законовъ“.

то по нашей оцѣнкѣ, основанной на принципѣ относительности, ему будетъ въ этотъ моментъ только 33 года. Такимъ образомъ можно считать, что найдено вѣрное средство не только казаться, но быть съ извѣстной точки зрѣнія моложе своего настоящаго возраста.

4) Этотъ опытъ, сдѣланный въ 1887 г. Майкельсономъ совмѣстно съ Морлеемъ и впослѣдствіи нѣсколько разъ повторенный, принадлежитъ къ числу классическихъ и имѣлъ цѣлью константировать абсолютное поступательное движеніе земли, т.-е. ея движеніе относительно мірового эѳира, служащаго передатчикомъ свѣтовыхъ явленій. Онъ заключался въ слѣдующемъ. Свѣтъ отъ источника падалъ на наклонно поставленную прозрачную пластинку и разлагался ею на двѣ части, изъ которыхъ одна отражалась, другая же пропускалась насквозь. Эти два пучка могли образовать прямой уголъ между собою. Оба они затѣмъ падали перпендикулярно на зеркало, которое отбрасывало ихъ назадъ, и, наконецъ, они попадали въ зрительную трубу, гдѣ и интерферировали между собою. Если аппаратъ повернуть въ направленіи одного изъ пучковъ лучей, то этотъ послѣдній позже достигнетъ зеркала, но послѣ отраженія скорѣе достигнетъ зрительной трубы. Оба измѣненія не вполнѣ компенсируютъ другъ друга, и потому должно наблюдаться смѣщеніе интерференціонныхъ полосъ. Опытъ, однако, не далъ ни малѣйшаго смѣщенія, и принципъ

относительности восторжествовалъ: и въ этомъ случаѣ не удалось замѣтить абсолютнаго движенія. См. прим. 5.

5) Что же слѣдуетъ изъ этихъ опытовъ? Кажется возможнымъ только одно ихъ объясненіе, именно то, что эѳиръ не движется, но находится въ покоѣ относительно земли, т.-е. участвуетъ въ ея движеніи. Но этотъ выводъ ни въ коемъ случаѣ нельзя считать вѣроятнымъ, такъ какъ со временъ Коперника извѣстно, что земля не занимаетъ особо выдающагося положенія въ пространствѣ. Если же это такъ, то приходится допустить, что при движеніи въ эѳирѣ происходятъ какія-то явленія, парализующія ожидаемое. Такая гипотеза была придумана независимо другъ отъ друга Лоренцомъ и Фитцжеральдомъ. По ихъ идеѣ, какъ мы ниже увидимъ изъ изложенія Пуанкарэ, всѣ тѣла, находящіяся въ движеніи, укорачиваются въ направленіи своего движенія на опредѣленную величину. Эта гипотеза даетъ удовлетворительное объясненіе полученныхъ Майкельсономъ-Морлеемъ и другими результатовъ. Это, такъ называемое, Лоренцовское сжатіе, однако, не уничтожаетъ возможности опредѣленія абсолютнаго движенія при помощи другихъ аналогичныхъ опытовъ, которые еще не были произведены.

Цюрихскій профессоръ Альбертъ Эйнштейнъ въ 1905 г. сдѣлалъ весьма значительный шагъ впередъ. На основаніи неудачи всѣхъ много-

численныхъ попытокъ, которыя были сдѣланы съ цѣлью опредѣлить абсолютную скорость движенія въ пространствѣ, онъ заключилъ, что и въ дальнѣйшемъ такія попытки будутъ терпѣть неудачу; и онъ установилъ, какъ новый „основной законъ природы", что абсолютное равномѣрное поступательное движеніе не можетъ быть ни измѣрено, ни даже открыто.

Иначе говоря: нѣтъ никакихъ средствъ обнаружить абсолютное поступательное движеніе черезъ пространство или черезъ какой-либо эѳиръ, который, по предположенію, заполняетъ пространство. Понятія „абсолютнаго покоя" и „абсолютнаго движенія" вообще не имѣютъ никакого физическаго смысла. Единственное движеніе, имѣющее физическое значеніе, это движеніе одного тѣла относительно другого. Такимъ образомъ, два подобныхъ тѣла, имѣющія относительныя движенія по параллельнымъ путямъ, образуютъ совершенно симметричную систему: если мы въ правѣ разсматривать первое тѣло, какъ покоющееся, а второе, какъ движущееся, то мы столь же въ правѣ принять, что второе въ покоѣ, а первое движется.

Второе основное обобщеніе, сдѣланное Эйнштейномъ, названо имъ „закономъ постоянства скорости свѣта" и не менѣе замѣчательно, чѣмъ первое обобщеніе. Этотъ законъ говоритъ, что скорость свѣта въ свободномъ пространствѣ одна и та же для всѣхъ наблюда-

телей, независимо отъ движенія источника свѣта или самаго наблюдателя.

Эти два закона, взятые вмѣстѣ, и составляютъ принципъ относительности, который положенъ въ основу „новой механики“. Въ болѣе общей формѣ мы можемъ высказать этотъ принципъ слѣдующимъ образомъ:

Всѣ явленія должны происходить по совершенно одинаковымъ физическимъ законамъ какъ для неподвижнаго наблюдателя, такъ и для наблюдателя, находящагося въ равномѣрномъ поступательномъ движеніи.

Этотъ принципъ обобщаетъ цѣлый рядъ фактовъ и не противорѣчитъ ни одному. Къ тому же изъ него вытекаетъ цѣлый рядъ выводовъ, которые, хотя и кажутся намъ парадоксальными, очень замѣчательны сами по себѣ.

Такъ какъ принципъ относительности вводитъ относительное пространство, то слѣдствіемъ этого является лишеніе абсолютнаго значенія также и цѣлаго ряда иныхъ физическихъ понятій. Важнѣйшими изъ послѣднихъ является время, энергія и масса. И оказывается, что длина, время, энергія и масса суть не абсолютныя величины, какъ въ этомъ до сихъ поръ были убѣждены, а имѣютъ различныя значенія въ зависимости отъ состоянія движенія системы, къ которой онѣ относятся. Эти выводы изъ принципа относительности, разработанные Лоренцомъ, Эйнштей-

номъ, Планкомъ и Минковскимъ, должны произвести переворотъ въ физикѣ, подобный тому, какой былъ вызванъ открытіемъ Коперника, установившаго вращеніе земли. Эти идеи кажутся намъ не менѣе парадоксальными, чѣмъ казался для людей, привыкшихъ къ абсолютному верху и абсолютному низу, тотъ выводъ ученія о движеніи земли, что черезъ каждые полоборота ея мы имѣемъ небо низко подъ ногами, а землю надъ собою. См. прим. 6 и 8.

6) По выраженію Макса Планка, „главная трудность принципа относительности заключается въ тѣхъ глубоко проникающихъ, можно прямо сказать, революціонизирующихъ послѣдствіяхъ для понятія времени, которыя съ необходимостью изъ него вытекаютъ". Лоренцъ, открывшій понятіе относительности времени (въ видѣ понятія „мѣстнаго времени") и примѣнившій это понятіе въ электродинамикѣ, не дѣлалъ отсюда черезчуръ радикальныхъ выводовъ. Только Эйнштейнъ впервые отважился провозгласить въ качествѣ универсальнаго постулата относительность всѣхъ обозначеній времени. Наконецъ, геніальному молодому математику Герману Минковскому, скончавшемуся въ 1909 г., удалось облечь эту теорію въ стройную математическую систему.

Согласно принципу относительности, абсолютное время не имѣетъ физическаго смысла, такъ какъ оно зависитъ отъ

абсолютнаго пространства. Такъ какъ абсолютное пространство никоимъ образомъ не можетъ быть констатировано, то, слѣдовательно, мы не можемъ говорить объ абсолютной одновременности двухъ событій, но только объ относительной. Отсюда прямой логическій выводъ: величина времени такъ же относительна, какъ и величина скорости.

Революціонизирующее въ этомъ новомъ воззрѣніи состоитъ въ томъ, что каждый наблюдатель получаетъ свою собственную мѣру времени, когда онъ, разсматривая свою систему неподвижной, представляетъ себѣ данныя явленія свободными отъ противорѣчій, другой наблюдатель отсчитываетъ другое, также свое собственное время. Обѣ мѣры времени не совпадаютъ и не могутъ быть выражены въ абсолютномъ времени. „Позже" и „раньше" для этихъ наблюдателей могутъ имѣть различныя значенія. То, что для одного „раньше", для другого можетъ быть „позже", и наоборотъ. Но если намъ извѣстно движеніе наблюдателей другъ относительно друга, то обѣ мѣры времени мы можемъ однозначно преобразовать одну къ другой, и тогда оба наблюдателя будутъ однозначно сноситься другъ съ другомъ. Отсюда слѣдуетъ, что указаніе времени имѣетъ физическій смыслъ только тогда, когда принята во вниманіе скорость движенія самого наблюдателя, дѣлающаго это указаніе.

Этотъ выводъ, на первый взглядъ, кажется очень страннымъ, даже невѣроятнымъ. Однако, такимъ же невѣроятнымъ казалось 500 лѣтъ тому назадъ и утвержденіе, что направленіе, которое мы называемъ вертикальнымъ, не есть постоянное, и что въ теченіе сутокъ оно описываетъ въ пространствѣ конусъ. Дѣло не въ странности понятія, а въ его плодотворности, и въ этомъ смыслѣ принципъ относительности, какъ онъ еще ни молодъ, сулитъ намъ богатыя перспективы.

На основаніи вышеизложеннаго, отнынѣ мы уже не можемъ разсматривать время и пространство отдѣльно и независимо другъ отъ друга; эти два столь различныя понятія принципомъ относительности связываются въ одно понятіе: мы приходимъ къ представленію о пространство-временной (временно-путевой) кривой. Разбирая этотъ глубоко интересный вопросъ, Минковскій пришелъ къ поразительно смѣлой идеѣ, которую онъ высказалъ въ 1908 г. въ своей знаменитой рѣчи на съѣздѣ естествоиспытателей въ Кельнѣ: „Отнынѣ пространство и время, разсматриваемыя отдѣльно и независимо, обращаются въ тѣни, и только ихъ соединеніе сохраняетъ самостоятельность".

Согласно этимъ новымъ взглядамъ, доступный нашимъ наблюденіямъ физическій міръ обладаетъ четырьмя совершенно равноцѣнными измѣреніями. Три изъ нихъ мы называемъ пространствомъ, чет-

вертое — временемъ, при чемъ измѣреніе времени совершенно равноцѣнно съ тремя измѣреніями пространства, соединенныя вмѣстѣ онѣ образуютъ міръ четырехъ измѣреній. Я себѣ здѣсь позволю указать на одинъ фантастическій разсказъ Уэллся: въ основѣ его „Машины времени" заключается сходная идея. Въ этомъ чытерехмѣрномъ мірѣ опытные факты могутъ быть представлены болѣе соотвѣтственно, чѣмъ въ пространствѣ трехъ измѣреній; въ немъ только какъ частные случаи примѣнимы, съ одной стороны, чистая механика, съ другой—геометрія.

И въ то время, какъ до сихъ поръ мы привыкли эти обѣ науки трактовать отдѣльно одна отъ другой, теперь, съ новой точки зрѣнія, онѣ намъ представляются нераздѣльными, ибо, какъ выразился Минковскій „никто не можетъ замѣтить мѣсто иначе, какъ въ извѣстное время и время—иначе, какъ находясь на извѣстномъ мѣстѣ". Это математическое соотношеніе между измѣреніями времени и пространства представляетъ собою постоянную величину, которое имѣетъ значеніе предѣльной скорости. Въ видахъ согласія съ опытомъ слѣдуетъ признать, что наибольшая изъ достижимыхъ скоростей есть скорость свѣта.—

Считаю не лишнимъ обратить вниманіе на то, что еще задолго до Минковскаго, имено въ 1896 г., нашъ соотечественникъ М. Аксеновъ, исходя изъ философскихъ соображеній, старался развить

и обосновать взглядъ, что время есть четвертое измѣреніе. Именно, на почвѣ идеи, что въ представленіе времени входитъ, какъ его элементъ, представленіе о движеніи, Аксеновъ пришелъ къ мысли, что такъ называемая (на языкѣ философіи Канта) „линія времени“ есть четвертое измѣреніе, время же есть несознаваемое нами (трансцендетальное) психическое движеніе, а именно, „движеніе воспринимающаго въ насъ начала по четвертому измѣренію“, что для существа четырехмѣрнаго линіей его времени было бы пятое измѣреніе, для существа пятимѣрнаго—шестое измѣреніе и т. д. Четвертое измѣреніе такимъ образомъ, по этому воззрѣнію, служитъ путемъ **временнаго движенія**. Къ сожалѣнію эта оригинальная теорія, какъ построенная не на почвѣ физическихъ данныхъ, насколько мнѣ извѣстно, и какъ мнѣ сообщилъ самъ г. Аксеновъ, мало обратила на себя вниманіе, и физикамъ она оставалась почти совершенно неизвѣстной. И вышеизложенныя воззрѣнія, основанныя исключительно на принципѣ относительности, на данныхъ только физическаго характера, возникли и развивались, повидимому, совершенно независимо отъ смѣлой теоріи Аксенова.

Итакъ принципъ относительности можетъ выполнить свою роль только при условіи коренного измѣненія нашего понятія о времени. Вполнѣ справедливо говоритъ по этому поводу Планкъ: „Едва ли нужно подчеркивать, что это новое пониманіе идеи времени предъявляетъ самыя высокія

требованія къ способности абстракціи и къ силѣ воображенія физиковъ. Оно превосходитъ по своей смѣлости все, что до сихъ поръ было сдѣлано въ спекулятивномъ естествознаніи и даже въ философской теоріи познанія. Не-Эвклидова геометрія есть дѣтская игра въ сравненіи съ нимъ. И все же принципъ относительности въ противоположность не-Эвклидовой геометріи, привлекшей до сихъ поръ вниманіе только въ области чистой математики, съ полнымъ правомъ требуетъ для себя реальнаго физическаго объясненія. Съ революціей, произведенной этимъ принципомъ въ области физическаго міропониманія, по своей глубинѣ и широтѣ можетъ сравниться только переворотъ, который произошелъ благодаря введенію мровой системы Коперника“.

Вотъ почему принципъ относительности возбуждаетъ къ себѣ такой исключительный интересъ какъ физиковъ, такъ математиковъ и философовъ.

7) Подъ дѣйствіемъ принципа относительности и иныя физическія величины, какъ и масса, также перестаютъ быть постоянными. Постоянство сохраняютъ только, такъ называемыя, міровыя постоянныя. Къ числу этихъ постоянныхъ относятся скорость свѣта въ пустотѣ, электрическій зарядъ электрона, „покойная“ масса электрона, постоянныя тяготѣнія и нѣкоторыя иныя величины.

8) Въ виду того, что всѣ попытки убѣдиться въ существованіи абсолютнаго движенія въ эфирѣ при-

вели къ отрицательному результату, появилась необходимость изслѣдовать тщательно эту главную міровую субстанцію. Въ результатѣ такихъ изслѣдованій и появилась теорія Лоренца и Фитцжеральда, требующая совершенной неподвижности эѳира въ пространствѣ и деформацію тѣлъ въ направленіи ихъ движенія. Сущность развитія этой теоріи эѳира заключается не только въ указаніи на измѣненіе размѣровъ всѣхъ тѣлъ, но въ идеѣ, что свойства эѳира вообще таковы, что убѣдиться въ на-
свойства эѳирѣ вообще таковы, что убѣдиться въ наличности абсолютнаго движенія, вообще, нѣтъ возможности. Наблюдатель, движущійся со своею системою, но находящійся относительно нея въ покоѣ, воспринимаетъ всѣ явленія такъ же, какъ покоющійся наблюдатель въ покоющейся системѣ. Теорія эта оказалась весьма плодотворной, но и ей пришлось столкнуться съ непреодолимыми затрудненіями.

Дѣйствительно, въ чемъ же слѣдуетъ видѣть основаніе сокращенія? Лоренцъ рисовалъ себѣ дѣйствительную деформацію тѣла, какъ слѣдствіе дѣйствительнаго движенія сквозь неподвижный эѳиръ; это движеніе сокращаетъ не только длину, но также и время. Теорія эта вызвала значительныя пренія относительно природы силъ, которыя необходимы, чтобы произвести такое измѣненіе формъ тѣлъ. Если правъ Лоренцъ, то въ обратномъ случаѣ, когда движется не аппаратъ, а наблюдатель, и покоится не наблюдатель, а аппаратъ, сокращенія не

должно быть. Такимъ образомъ, опять появляется возможность изслѣдованія абсолютнаго движенія вопреки принципу относительности.

Точка зрѣнія, впервые выдвинутая Эйнштейномъ, которая въ настоящее время принимается большинствомъ физиковъ, совершенно иная. Согласно Эйнштейну на это явленіе надо смотрѣть не какъ на дѣйствительное, реальное, но какъ на мнимое, кажущееся, иллюзорное. Дѣйствительно, при относительномъ движеніи тѣла по отношенію къ нѣкоторой системѣ тѣлъ, служащей для сравненія, мы не можемъ знать, что именно движется—тѣло или самая система. Покоящійся наблюдатель считаетъ движущійся масштабъ болѣе короткимъ, чѣмъ свой; но также и движущійся наблюдатель будетъ считать покоящійся масштабъ короче своего. Покоящемуся наблюдателю будетъ казаться, что движущіеся часы идутъ медленнѣе, чѣмъ его собственные; движущемуся наблюдателю это будетъ представляться наоборотъ. Поэтому Эйнштейнъ и считаетъ понятія длины и времени не абсолютными, а только относительными, какъ это уже нами было разъяснено.

Такимъ образомъ, если представимъ себѣ нѣкоторое тѣло (планету, молекулу, электронъ) и нѣсколько наблюдателей, движущихся по различнымъ направленіямъ относительно него, то каждому наблюдателю, наивно думающему, что онъ самъ въ покоѣ, тѣло покажется укороченнымъ въ различ-

номъ направленіи и на различную величину; но физическое состояніе тѣла, очевидно не зависитъ отъ мнѣнія наблюдателей.

Если такъ просто объясняется Лоренцовское сокращеніе теоріей относительности, то съ другой стороны появляется новое затрудненіе: почему не имѣетъ мѣста дѣйствительное сокращеніе, если эѳиръ не подвиженъ? И для его устраненія остается вмѣстѣ съ Эйнштейномъ и Планкомъ предположить, какъ ни смѣлымъ и маловѣроятнымъ это сначала кажется, что эѳира вовсе не существуетъ въ физическомъ мірѣ. Первымъ слѣдствіемъ принципа относительности является отсутствіе мірового эѳира!

Этотъ отказъ былъ бы совершенно невозможенъ, если бы мы держались волнообразной теоріи свѣта, такъ какъ ею эѳиръ понимается въ смыслѣ субстанціи, подчиненной силамъ упругости; но это вполнѣ возможно, если мы признаемъ электромагнитную теорію, гдѣ мы можемъ съ одинаковымъ основаніемъ допустить распространеніе электромагнитной энергіи черезъ пустоту или же черезъ эѳиръ.

Замѣтимъ, что при этомъ мы не приписываемъ пустотѣ никакихъ положительныхъ свойствъ, такъ какъ это было бы нелѣпо; поэтому скорость распространенія свѣта не ставится въ зависимость отъ какихъ-нибудь свойствъ пустоты, но объясняется какъ свойства электромагнитной энергіи.

Не слѣдуетъ думать, что отказъ отъ гипотезы мірового эѳира представляетъ потерю для науки,

ибо какъ и каждая гипотеза, эта гипотеза эѳира не объясняетъ по существу явленія, а даетъ лишь картину самого явленія. Роль эѳира была чисто служебная, именно, передача дѣйствія на разстояніе, но самъ по себѣ онъ не путался въ дѣйствія природы. Всѣ усилія физиковъ втиснуть эѳиръ во вселенную кончались полнѣйшимъ неуспѣхомъ, такъ какъ ему приходилось приписывать совершенно необъяснимыя свойства.

И какъ рабочая гипотеза, гипотеза эѳира оказала большую услугу, главнымъ образомъ, тѣмъ, что указала на возможность разсматривать съ одной общей точки зрѣнія такія разнообразныя области, какъ оптика, лучистая теплота, электричество и магнетизмъ. И если въ будущемъ мы не будемъ больше говорить о „физикѣ эѳира“, то, во всякомъ случаѣ, мы можемъ говорить о „физикѣ пустоты“. Въ противоположность первой, вторая подчиняетъ какъ вышеупомянутыя науки, такъ и механику и всю физику одной общей законности принципа относительности.

Небезынтересно замѣтить, что Пуанкарэ еще въ 1902 году пророчески писалъ: „Настанетъ, безъ сомнѣнія, день, когда эѳиръ отбросятъ, какъ безполезную фикцію“. Жаль, поэтому, что онъ здѣсь не высказывается по этому вопросу, что онъ здѣсь совершенно не упоминаетъ о выводахъ Эйнштейна, а излагаетъ принципъ относительности только

въ той искуственной формѣ, какую ему придалъ Лоренцъ. См. прим. 9.

9) Какъ извѣстно, къ необходимости существованія эѳира привели оптическія явленія. Послѣ того же, какъ Максвеллемъ и Герцомъ было установлено полное тождество между свѣтомъ и электромагнитными волнами (различіе ихъ опредѣляется лишь разной величиной эѳирной волны), эѳиръ былъ безъ долгихъ разсужденій перенесенъ изъ теоріи свѣта, какъ колебанія среды, въ электромагнитную теорію. И въ то время, какъ прежде думали, что самъ эѳиръ подверженъ періодическимъ измѣненіямъ своей упругости, теперь говорятъ о періодическомъ измѣненіи магнитныхъ и электрическихъ силъ въ эѳирѣ. Иначе говоря: теорія Масквелля-Герца вводитъ въ разсмотрѣніе не механическія волны, но электромагнитныя, т.-е. распространяющіяся эѳирныя нити съ волнообразно измѣняющимся напряженіемъ. Но является вопросъ: реальны ли эти эѳирныя нити, или же ихъ существованіе иллюзорно и допускается только необходимостью понять электрическія и оптическія явленія? Принципъ относительности рѣшаетъ этотъ вопросъ.

Новѣйшія изслѣдованія показали, что въ то время какъ данный электрическій зарядъ сохраняетъ одну и ту же величину и для покоящагося наблюдателя, и для наблюдателя движущагося,—электрическая или магнитная сила даннаго поля является величиной неопредѣленной. Отсюда естественно

напрашивается такой выводъ: электрическій зарядъ есть нѣчто абсолютное,—дѣйствительная реальность; наоборотъ, электромагнитное поле—лишь фикція, вспомогательное представленіе, лишь нѣчто иллюзорное, въ родѣ „небесной сферы", о которой мы говоримъ въ астрономіи, но которая въ дѣйствительности не существуетъ, потому что радіусъ ея есть величина неопредѣленная. Но ести такъ, если электромагнитное поле—фикція, то теряетъ право на существованіе и та среда, роль которой была—служить субстратомъ электромагнитнаго поля: мы должны отказаться отъ признанія реальности мірового эѳира.

Вмѣстѣ съ этимъ, конечно, рушится вся Максвель-Герцовская теорія силовыхъ нитей и всякая возможность механическаго объясненія сущности электричества,—возможность пониманія электрическихъ явленій! Остается только система уравненій, формулированныхъ Эйнштейномъ на основаніи принципа относительности, дающихъ связи между измѣримыми величинами ускореній, массъ и электрическихъ зарядовъ. Она допускаетъ предвычисленіе явленій, но не можетъ быть никоимъ образомъ еще разъяснена.

Нетрудно видѣть, что все это производитъ въ физикѣ полный переворотъ.

10) Измѣнчивость массы служитъ главнымъ пунктомъ провѣрки принципа относительности. Поэтому изслѣдованія надъ соотношеніемъ между массой и скоростью имѣетъ громадное значеніе.

Вскорѣ, вслѣдъ за опубликованіемъ опытовъ Бухерера надъ радіевыми лучами появились изслѣдованія Гупка надъ катодными лучами. Оба они примѣнили существенно различные методы изслѣдованія, но все-таки пришли къ одинаковому положительному заключенію, именно: масса измѣняется, и притомъ измѣненія въ точности соотвѣтствуютъ принципу относительности.

11) Наши знанія о положительныхъ электронахъ еще слишкомъ скудны вслѣдствіе трудности опытовъ. Дж. Дж. Томсонъ, Жанъ Беккерель и другіе физики на основаніи нѣкоторыхъ опытовъ, которые не поддаются объясненію при помощи отрицательныхъ электроновъ, приходятъ къ признанію существованія положительныхъ электроновъ.

Хотя этотъ вопросъ еще остается открытымъ, однако, уже вырисовываются контуры электрической теоріи матеріи. Контуры эти еще неясны, ихъ можно истолковывать такъ и иначе. Величайшій изъ современныхъ физиковъ, основатель электронной теоріи, голландецъ Антонъ Гендрикъ Лоренцъ, затѣмъ Анри Пуанкарэ, какъ видно изъ его изложенія, и многіе другіе физики представляютъ себѣ строеніе атома въ видѣ солнечной системы: роль солнца играетъ положительный электронъ, вокругъ котораго со страшной быстротой кружатся маленькія планеты—отрицательные электроны. Масса отрицательнаго электрона почти

въ двѣ тысячи разъ меньше массы самаго легкаго изъ матеріальныхъ атомовъ—атома водорода. Число оборотовъ, которые совершаютъ отрицательные электроны вокругъ положительнаго центральнаго тѣла, въ среднемъ, равняется 500 трилліонамъ въ секунду,—число, которое въ 8.330 разъ больше числа секундъ, протекшихъ отъ рожденія Христа до нашихъ дней. Ирландецъ Фурье-де-Альбъ, увлекшись этой соблазнительной идеей подобія міра безконечно-малыхъ (или, какъ онъ выражается „инфра-міра") и міра безконечно-большихъ („супра-міра"), остроумно фантазируетъ даже объ инфра-астрономіи.

Нѣкоторые физики, наоборотъ, полагаютъ, что сочетаніе электроновъ ни въ коемъ случаѣ не можетъ быть сравниваемо съ группировками въ матеріальномъ мірѣ. Имъ представляется болѣе пріемлемой гипотеза, что положительный зарядъ въ атомѣ равномѣрно распредѣленъ на внѣшней границѣ атома, образуя, такъ сказать, сферическую поверхность, внутри которой помѣщаются отрицательные электроны. Взаимное отталкиваніе послѣднихъ удаляетъ ихъ отъ центра, и они занимаютъ положеніе равновѣсія, правильно группируясь вокругъ этой точки и образуя, въ зависимости отъ своего числа, одну или нѣсколько концентрическихъ сферъ.

Во всякомъ случаѣ, остается несомнѣннымъ фактъ, что размѣры атома—значительны по отно-

шенію къ размѣрамъ отрицательнаго электрона. Объемъ одного атома могъ бы содержать милліоны милліардовъ электроновъ, а такъ какъ его масса показываетъ, что онъ содержитъ ихъ самое большее нѣсколько тысячъ, то электроны, очевидно, находятся другъ отъ друга на разстояніяхъ, громадныхъ по сравненію съ ихъ размѣрами; вообразите себѣ рой мошекъ, кружащійся надъ сводомъ храма.

Несмотря на наше незнаніе природы положительнаго электричества, надо считать вполнѣ установленнымъ, что старые атомы перестали быть атомами въ тѣсномъ смыслѣ этого слова, т.-е. мельчайшими, недѣлимыми частицами матеріи и превратились въ сложныя системы болѣе мелкихъ частицъ, электроновъ, находящихся въ непрерывномъ и очень быстромъ движеніи.

Но если атомы всѣхъ веществъ строятся изъ одинаковыхъ электроновъ, то мы невольно приходимъ къ очень смѣлой идеѣ, именно, что атомы однихъ элементовъ могутъ превращаться въ атомы другихъ элементовъ; идея эта уже получила замѣчательное опытное подтвержденіе *).

---

*) См. книжку: Проф. Жанъ Беккерель „Эволюція матеріи и міровъ". Переводъ съ примѣчаніями и статьей „Новѣйшія воззрѣнія о жизни и развитіи Вселенной" Г. А. Гуревича. Дѣйствительнаго члена Русскаго Астрономическаго Общества. Изд. „Современныя Проблемы.

12) Точка зрѣнія Эйнштейна совершенно иная. Дѣло въ томъ, что новѣйшія изслѣдованія показали, что всякая энергія обладетъ извѣстной пропорціональной, или какъ бы эквивалентной ей. инерціей, или массой. Такимъ образомъ. если нѣкоторая часть пространства,—занятая веществомъ или пустая—все равно,—содержитъ опредѣленное количество энергіи, то это равносильно тому, какъ если бы въ этой части пространства находилось опредѣленное количество массы. Отсюда Эйнштейнъ, исходя изъ принципа относительности, заключаетъ, что масса какого угодно тѣла зависитъ отъ того запаса энергіи, который въ немъ содержится. Поэтому, когда тѣло пріобрѣтаетъ энергію въ какой бы то ни было формѣ, оно всегда пріобрѣтаетъ пропорціональное количество массы; отношеніе пріобрѣтаемой энергіи и къ пріобрѣтаемой массѣ равно квадрату скорости свѣта. Такимъ образомъ, если мы примемъ, что тѣло потеряетъ всю свою энергію, то оно должно потерять и всю свою массу. А если такъ, то масса и энергія становятся такими же эквивалентными или равнозначными другъ другу величинами, какъ, напримѣръ, теплота и механическая работа, и достаточно, по мнѣнію Эйнштейна, сдѣлать одинъ только шагъ, чтобы разсматривать массу, какъ концентрацію колоссальныхъ количествъ энергіи. Законъ сохраненія массы сливается,

такимъ образомъ, съ закономъ сохраненія энергіи. Далѣе приходится принять, что электромагнитные процессы не нуждаются ни въ какомъ носителѣ, что электромагнитная энергія существуетъ и распространяется въ видѣ самостоятельныхъ образованій, подобныхъ элементамъ матеріи. А если такъ, то матерія не пассивна и не представляетъ собою состоянія пустоты, какъ это предполагаетъ Пуанкарэ *).

13) Пуанкарэ отмѣчаетъ опасность, которая грозитъ преподаванію, если черезъ нѣсколько лѣтъ эти теоріи подвергнутся новымъ испытаніямъ и будутъ торжествовать побѣду. „Нѣкоторые преподаватели,—говоритъ онъ,—захотятъ, конечно, удѣлить мѣсто новымъ теоріямъ: новизна вѣдь такъ привлекательна, а показаться недостаточно передовымъ такъ непріятно! По крайней мѣрѣ явится соблазнъ раскрыть предъ воспитанниками въ бѣглыхъ чертахъ новыя перспективы и раньше, чѣмъ преподавать имъ обыкновенную механику, предупредить ихъ, что эта механика отжила свое время и что она была хороша только для такого стараго глупца, какъ Лапласъ. А въ такомъ случаѣ воспитанники не усвоятъ обыкновенной механики.

„Слѣдуетъ ли ихъ предупреждать о томъ, что эта механика лишь приблизительна? Да, но это слѣду-

*) См. мою ст. „На порогѣ новаго міровоззрѣнія“.

еть сдѣлать позже; когда они проникнутся ею, такъ сказать, до мозга костей, когда она станетъ неотторжимымъ элементомъ ихъ мысли, когда уже нельзя будетъ опасаться, что они ее забудутъ,— тогда имъ можно показать ея границы.

„Жить-то вѣдь имъ придется съ обыкновенной механикой; ее одну будутъ они примѣнять; каковы бы ни были успѣхи автомобилизма, наши средства перемѣщенія никогда не достигнутъ тѣхъ скоростей, при которыхъ она перестаетъ быть истинной. Иная механика—это роскошь, а о роскоши можно думать только тогда, когда она не рискуетъ повредить тому, что является необходимымъ“.

Г. А. Гуревичъ.

Вступительная статья къ русскому переводу.

О характерѣ научныхъ положенiй.

Въ настоящее время совершается крупный переворотъ не только въ области естественныхъ наукъ, но и въ области философiи, въ области теоретической мысли. Новое научно-философское направленiе отрицаетъ всякiй догматизмъ и стремится критически провѣрить всѣ наши понятiя, даже тѣ, которыя считались наукой и философiей самыми существенными и „неоспоримыми“, самыми прочными и „незыблемыми“. Новыя изслѣдованiя и новые факты, добытые физикой и химiей, потребовали расширенiя и даже полнаго измѣненiя старыхъ теорiй, возбудили сомнѣнiе въ правильности теоретическихъ предпосылокъ науки. Началась усиленная критическая провѣрка научныхъ понятiй и наше научно-философское мiровоззрѣнiе, съ такимъ трудомъ освободившееся отъ теологическихъ влiянiй, начало входить въ новую фазу развитiя.

Философскiе вопросы, возникающiе при изученiи базиса новѣйшаго естествознанiя—физики, привлекаютъ къ себѣ, такимъ образомъ, все большее и

большее вниманіе ученыхъ. Въ послѣдніе годы появился рядъ весьма интересныхъ работъ, принадлежащихъ Анри Пуанкарэ, Пеьру Дюгему, Эрнсту Маху, Вильгельму Оствальду и другимъ, стремящихся объединить эти вопросы и поставить сколько-нибудь опредѣленные и ясные отвѣты на нихъ. Эти работы привели къ созданію новаго направленія въ наукѣ и философіи и показываютъ, насколько въ настоящее время силенъ процессъ сближенія науки съ философіей, какъ обѣ онѣ стремятся помогать другъ другу въ сложной работѣ раскрытія и освѣщенія тайнъ міра.

И одной изъ подобныхъ работъ, работъ стремящихся разобрать одинъ изъ интересныхъ вопросовъ науки и философіи, касающихся окружающаго міра. является настоящая предлагаемая благосклонному вниманію читателя работа академика Пуанкарэ. Къ этой работѣ я считаю нелишнимъ приложить слѣдующія нѣсколько страницъ въ видѣ вступленія.

***

Какъ извѣстно, вначалѣ человѣкъ судилъ о мірѣ на основаніи того, что онъ видѣлъ, поэтому тѣ научныя идеи, которыя противорѣчили предвзятому мнѣнію, пробивали себѣ путь съ большимъ трудомъ. На вѣрный путь научное изслѣдованіе вступило только въ эпоху Возрожденія, когда выработался научный методъ, т.-е методъ опыта

и наблюденія, методъ провѣрки всѣхъ нашихъ представленій, понятій, абстракцій свидѣтельствомъ внѣшнихъ чувствъ, изощренныхъ научными приборами и аппаратами, достигающихъ все большаго и большаго совершенства. Съ овладѣваніемъ научнаго метода исторія науки и научнаго міросозерцанія сводится къ трудной и грандіозной работѣ: очисткѣ человѣческаго интеллекта отъ примитивныхъ, ложныхъ, кажущихся знаній и пріобрѣтенія прочнаго, истиннаго, дѣйствительнаго знанія.

Наука, такимъ образомъ, стремится дать знаніе міра—при томъ знаніе единственное, неопровержимое и общеобязательное, знаніе, истинность котораго не можетъ быть подвергнута сомнѣнію. Созданіе и установленіе научнаго метода изслѣдованія дало возможность такъ широко развить наши знанія и подчинить природу человѣку до такихъ размѣровъ, что безъ науки теперь невозможно обойтись, нельзя ступить шагу.

Такъ какъ мы не можемъ измѣнить ни основныхъ условій познанія, потому что не можемъ увеличить число своихъ чувствъ или усовершенствовать свой мозгъ, ни природу явленія, то наука располагаетъ тѣми же источниками, что и обыденная жизнь. Надо отчетливо уяснить себѣ это, чтобы понять, что коренное различіе научнаго метода состоитъ въ его точности. Какъ выразился проф. Минотъ, „научный методъ не отличается отъ методовъ обыденной жизни ничѣмъ, кромѣ своей точности. Не каче-

ственная, но количественная разница отмѣчаетъ трудъ истиннаго ученаго и придаетъ ему значеніе. Разъ это такъ, то разсмотрѣніе въ общихъ чертахъ научнаго метода сводится къ изученію общихъ принциповъ обезпеченія точности".

Единство всей науки заключается въ ея методѣ, а не въ ея матеріалѣ. Тотъ, кто классифицируетъ факты, каковы бы они ни были, усматриваетъ ихъ взаимныя отношенія и описываетъ ихъ послѣдовательность, примѣняетъ научный методъ и самъ имѣетъ право считаться человѣкомъ науки. Не факты сами по себѣ образуютъ науку, а то, какъ относиться къ нимъ. Матеріалъ науки охватываетъ всю физическую Вселенную и не только въ томъ видѣ въ какомъ она теперь существуетъ, а съ ея прошлой историей и со всей исторіей заключенной въ ней жизни. Цѣль науки, такимъ образомъ, ясна—это не болѣе не менѣе, какъ полное истолкованіе Вселенной. Когда каждый фактъ, каждое явленіе современной или прошлой Вселенной, все касающееся жизни, прошлой и современной, будетъ изслѣдовано, классифицировано, сопоставлено съ остальнымъ, тогда назначеніе науки будетъ исчерпано. „Но говоря это,—замѣчаетъ проф. Пирсонъ,—не заявляемъ ли мы, что назначеніе науки никогда не будетъ выполнено, пока существуетъ человѣкъ, пока творится исторія, пока не прекратится всякое развитіе?"

Изучая исторію науки мы приходимъ къ заключенію. что конечная цѣль, къ которой направляется

наука, представляется и должна представляться безконечно отдаленной, что вышеопредѣленная цѣль только идеальная—она указываетъ направленіе, въ которомъ мы движемся и дѣлаемъ, но никакъ не предѣлъ, котораго мы когда-нибудь достигнемъ.

Потому что мы должны отмѣтить, что каждый разъ, когда изъ достаточной, хотя бы и частичной классификаціи вытекаетъ простое обобщеніе, изображающее взаимное отношеніе и послѣдовательность нѣкоторой группы фактовъ, это обобщеніе приводитъ къ раскрытію еще болѣе обширнаго ряда до той поры не подмѣченныхъ явленій въ той же или въ сосѣдней области изслѣдованія. Вселенная, такимъ образомъ, разрастается тѣмъ болѣе, чѣмъ лучше мы начинаемъ понимать обитаемый нами уголокъ ея.

Въ настоящее время ученые усиленно трудятся надъ разрѣшеніемъ нѣкоторыхъ проблемъ, которыя они признаютъ очень важными. Но никто не предполагаетъ, что ихъ рѣшеніе дастъ намъ возможность увидѣть конецъ или предѣлъ знанія. Каждый шагъ впередъ открываетъ передъ нами новый, болѣе широкій и болѣе великолѣпный горизонтъ. Но за этимъ горизонтомъ—опять безконечность.

***

Такъ какъ не факты сами въ себѣ образуютъ науку, а то, какъ относиться къ нимъ, мы никогда не можемъ отречься отъ абстрагированія, обобщенія, отъ анализированія и группированія своего знанія

при помощи понятій. Это пока единственный способъ, при посредствѣ котораго человѣкъ можетъ оріентироваться въ хаосѣ дѣйствительности; безъ этого способа познаніе человѣческое немыслимо. Но эти понятія не могутъ навсегда сохранить за собою одного и того же значенія. Критика разъединила во всемъ матеріалѣ науки фактическія данныя и теоретическое ихъ обоснованіе. Въ то время, какъ эти фактическія данныя остаются нетронутыми, на теоретическую сторону направлена вся сила научной критики.

Теоріей, какъ извѣстно, называется приведенная въ возможно болѣе наглядный порядокъ система научныхъ законовъ или, какъ обыкновенно говорятъ, законовъ природы. Что же такое представляютъ собою эти законы? Прежде всего, конечно, ихъ нельзя понимать въ смыслѣ извѣстной аналогіи съ законами, издаваемыми государственною властью, которые первоначально являлись предписаніями и которые съ развивающейся демократизаціей общественной жизни все больше и больше превращаются въ договоры гражданъ между собою. Законъ науки—не предписаніе и не договоръ, онъ представляетъ собою научное положеніе, т.-е. о б о с н о в а н н о е   у т в е р ж д е н і е.

„Разъ обжегшись, дитя боится огня“. Слова эти, съ разными варіаціями повторяемыя различными народами какъ пословица, показываютъ, какъ возникаетъ научный законъ. Испытавъ нѣсколько разъ боль при прикосновеніи къ огню, здоровое дитя не-

премѣнно свяжетъ въ своемъ представленіи чувство боли съ прикосновеніемъ къ огню, оно установитъ какъ обоснованное положеніе, какъ законъ: „когда я прикоснусь къ огню, мнѣ больно", и законъ этотъ будетъ вставать у него въ памяти при видѣ огня.

Такого рода научныхъ положеній, выведенныхъ изъ громаднаго количества точныхъ опытовъ и наблюденій, имѣется безконечное множество. Теорія охватываетъ ихъ въ систему, которая позволяетъ легче оріентироваться въ нихъ и легче разыскать подходящее къ каждому данному частному случаю. Ребенокъ, въ нашемъ примѣрѣ, разсказываетъ, что случилось: „при прикосновеніи къ огню мнѣ было больно". Научный законъ и теорія, прежде всего, представляетъ, стало быть, описаніе опыта, сдѣланнаго въ прошломъ. Польза такого рода мысленныхъ констатированій, закрѣпленныхъ въ памяти, заключается въ томъ, что они избавляютъ насъ отъ необходимости постоянно сызнова повторять разъ сдѣланный опытъ. Опытъ прошлаго мы можемъ использовать для будущаго. Обжегшись нѣсколько разъ, дитя, при приближеніи къ огню, становится осторожно; мозгъ начинаетъ тормозить движеніе. Теоріей или научнымъ закономъ достигается, стало быть, экономія, т.-е. сбореженіе движенія. Слѣдовательно, теорія есть описаніе, выполняющее экономическую функцію, и, въ этомъ смыслѣ,

она представляетъ полезное біологическое приспособленіе.

Что же можетъ дать намъ для будущаго это описаніе прошлаго опыта, именуемаго нами закономъ или теоріей? Природа безконечно разнообразна и, однако же, въ ней обнаруживаются повторенія. Какой-нибудь, разъ наблюдавшійся процессъ повторяется, хотя бы только въ извѣстныхъ чертахъ. Не будь это такъ, излишней была бы для насъ вся теорія, вся наука. И только благодаря тому, что бываютъ повторенія фактовъ, мы и можемъ извлекать пользу изъ опыта прошлаго, формулированнаго въ соотвѣтствующихъ теоріяхъ. Мы наблюдаемъ часть какого-нибудь явленія, начало какого-нибудь процесса. Наши теоріи говорятъ намъ, какія возможности существуютъ относительно того, какъ будетъ выглядѣть другая часть разсматриваемаго явленія, продолженіе начавшагося процесса. Это означаетъ, что теоріи или научные законы говорятъ намъ, какія наступили различныя слѣдствія, при данномъ, опредѣленномъ комплексѣ явленій.

Не будь теоріи, намъ пришлось бы считаться со всѣми возможностями. Вспомнимъ, какое чувство неувѣренности испытываемъ мы, когда впервые подходимъ къ какой-нибудь дотолѣ неизвѣстной намъ машинѣ, напр., когда мы въ первый разъ увидали автомобиль. Боишься притронуться, не знаешь, при какомъ прикосновеніи машина придетъ въ движеніе, а при какомъ можетъ послѣдовать взрывъ. Чѣмъ большимъ количествомъ данныхъ опыта мы рас-

полагаемъ, тѣмъ ограниченнѣе число возможностей, которыя могутъ въ данномъ случаѣ осуществиться. Мы можемъ, поэтому, повторить вслѣдъ за Махомъ: „Теоріи (а, стало быть, и законы природы) суть ограниченія нашихъ ожиданій относительно дальнѣйшихъ случаевъ проявленія какого-нибудь процесса“.

Дается ли закономъ абсолютная увѣренность? Извѣстно ли, благодаря закону природы то, что неизбѣжно должно случиться? Отнюдь нѣтъ. Мы узнаемъ лишь то, что можно ожидать съ наибольшей вѣроятностью.

Знаніе законовъ природы позволяетъ намъ, такимъ образомъ, до нѣкоторой степени предвидѣть будущее, а также оказывать на него извѣстное вліяніе. Мы пользуемся такимъ вліяніемъ, создавая условія, при которыхъ наступаютъ желательныя намъ слѣдствія. Если мы не въ состояніи это сдѣлать,—по незнанію ли, или по невозможности оказывать воздѣйствіе на существенныя для дѣла обстоятельства, мы не можемъ также расчитывать на измѣненіе будущихъ событій въ желательномъ для насъ смыслѣ. „Чѣмъ дальше,—говоритъ Оствальдъ,—подвинулись мы въ изученіи законовъ природы, т.-е. фактическихъ соотношеній между явленіями, тѣмъ шире и разнообразнѣе становятся возможности желательнаго для насъ воздѣйствія на грядущія событія, и съ этой точки зрѣнія науку можно охарактеризировать, какъ ученіе о путяхъ и

средствахъ къ достиженію счастья. Вѣдь счастливъ тотъ, чьи желанья исполняются".

Всякій изслѣдователь долженъ стремиться поэтому къ открытію болѣе общихъ законовъ, такъ какъ познаніе закона природы не только расширяетъ наши знанія, но и даетъ намъ возможность въ нужномъ случаѣ воспроизвести ходъ явленій и сообразовать его съ нашими требованіями и нашими выгодами. „Знающій законъ природы,—сказалъ когда-то великій Германъ Гельмгольцъ,—предвидитъ дальнѣйшее развитіе явленій. Онъ дѣйствительно обладаетъ такимъ могуществомъ, которое въ эпохи суевѣрій приписывалось магіи и пророкамъ". Но, необходимо замѣтить, что каждый законъ природы лишь тогда становится закономъ, когда его правильность установлена опытомъ въ огромномъ количествѣ случаевъ. Они возникаютъ въ связи съ опытомъ и подъ впечатлѣніемъ, получаемымъ отъ опыта; они же падаютъ, какъ только открываются новые факты, противорѣчащіе установленнымъ законамъ.

***

Въ тѣсной связи съ законами стоятъ научные принципы. Эти принципы отчасти вытекаютъ изъ законовъ или составляютъ лишь общую формулировку ихъ, съ другой стороны, они служатъ путеводителями при изслѣдованіи природы и опредѣленіи ея законовъ. Непоколебимость принциповъ связана съ непоколебимостью законовъ и, наобо-

ротъ, колебаніе принциповъ влечетъ за собою колебаніе или, по крайней мѣрѣ, ограниченіе примѣненія законовъ. Общіе принципы, какъ самыя общія положенія, даютъ направленіе наукѣ, являются ея фундаментомъ, ея путеводными звѣздами. Они какъ бы показываютъ путь изслѣдованія, путь къ незнакомымъ еще берегамъ, и ихъ мы всегда должны имѣть въ виду, чтобы не заблудиться.

Слѣдующія слова Пуанкарэ показываютъ намъ, какъ выводится принципъ. „Когда извѣстный законъ получилъ достаточное опытное подтвержденіе, мы можемъ занять по отношенію къ нему одну изъ двухъ позицій: или предоставить его безпрерывнымъ провѣркамъ и пересмотрамъ (которые въ концѣ концовъ, безъ сомнѣнія, докажутъ, что онъ является лишь приблизительнымъ); или же возвысить его въ рангъ принциповъ, принимая при этомъ такія условія, чтобы предложеніе было несомнѣнно истиннымъ. Это дѣлается всегда однимъ и тѣмъ же способомъ. Первоначальный законъ выражалъ соотношеніе между двумя голыми фактами A и B: между этими двумя голыми фактами вводится промежуточный фактъ C, болѣе или менѣе фиктивный. Тогда мы имѣемъ соотношеніе между A и C, которое мы можемъ считать строго точнымъ и которое есть принципъ; и другое—между C и B, которое считается закономъ, подлежащимъ пересмотру.“

Наука живетъ фактами, и эти факты всегда по-

рождаются великими обобщеніями. Эти великія обобщенія, или принципы—это высшая точка науки, господствующая надъ всѣми фактами и ихъ отношеніями. Съ этой центральной точки мысль человѣческая охватываетъ явленія и даетъ свои выводы о будущемъ. Каждый принципъ имѣетъ характеръ всеобщности и примѣняемости ко всѣмъ явленіямъ природы даннаго порядка.

Въ настоящее время мы обладаемъ опредѣленнымъ числомъ весьма общихъ экспериментальныхъ законовъ, или принциповъ, приложимыхъ къ широчайшимъ областямъ различныхъ отраслей естествознанія. Число ихъ невелико. Въ физикѣ насчитывается всего шесть принциповъ, а именно:

Принципъ Лавуазье, или принципъ сохраненія вещества;

Принципъ Майера - Гельмгольца, или принципъ сохраненія энергіи;

Принципъ Карно-Клаузіуса, или принципъ обезцѣненія энергіи;

Принципъ Ньютона, или принципъ равенства дѣйствія и противодѣйствія.

Принципъ Гамильтона, или принципъ наименьшаго дѣйствія;

Наконецъ, принципъ относительности, извѣстный еще Галилею и Ньютону, но получившій особенно плодотворное примѣненіе въ физикѣ въ самое послѣднее время, благодаря трудамъ Лоренца, Эйнштейна, Минковскаго и Планка. Согласно этому принципу

законы физическихъ явленій должны оставаться тѣми же, какъ для неподвижнаго наблюдателя, такъ и для наблюдателя увлекаемаго равномѣрнымъ поступательнымъ движеніемъ—такъ что мы не имѣемъ и не можемъ имѣть никакого средства различить: находимся ли мы въ такомъ движеніи, или нѣтъ *).

Приложеніе этихъ шести общихъ принциповъ къ различнымъ физическимъ явленіямъ является достаточнымъ средствомъ узнать то, на познаніе чего мы имѣемъ основаніе расчитывать. Увеличеніе числа ихъ было бы не цѣлесообразнымъ съ точки зрѣнія централизаціи нашего знанія въ видахъ экономіи мышленія.

„Эти принципы,—говоритъ Пуанкарэ,—есть результатъ опытовъ, обобщенныхъ въ сильной степени; но именно своей общности обязаны, повидимому, они значительною степенью достовѣрности. Дѣйствительно, чѣмъ общѣе они, тѣмъ чаще представляется случай провѣрять ихъ, и результаты провѣрокъ, накопляясь, принимая самыя разнообразныя, самыя неожиданныя формы, въ концѣ концовъ, уже не оставляютъ мѣста сомнѣнію".

***

*) Подробнѣе объ этомъ принципѣ см. статью Пуанкарэ „Новая механика" и мои къ ней примѣчанія.

Постараюсь сейчасъ въ общихъ чертахъ разсмотрѣть вопросъ о сферѣ дѣйствія законовъ природы и общихъ принциповъ.

Весьма часто допускали, что законы природы, или общіе принципы, должны имѣть абсолютное значеніе, значеніе абсолютной истины, какія никакія дальнѣйшія изслѣдованія ограничить не смогутъ. Считалось чуть ли не аксіомой, что естественные законы относятся не къ опредѣленной области явленій, не къ опредѣленной сферѣ воспріятія, а относятся къ „сущности“ *) міра. Законъ, или принципъ, открытый наукой, стало быть, имѣетъ силу для всѣхъ явленій, открытыхъ и неоткрытыхъ, извѣстныхъ и неизвѣстныхъ, доступныхъ уже и еще недоступныхъ воспріятію. Какъ бы ни расширялась сфера нашего воспріятія, какъ бы ни открывались еще новыя области явленій,—мы и въ нихъ встрѣтимъ дѣйствіе все тѣхъ же законовъ.

Такъ думали совсѣмъ еще недавно.

Такое пониманіе научныхъ истинъ отводило из-

---

[1]) Не входя въ разборъ понятія о „вещи въ себѣ“, о „сущности вещей“, слѣдуетъ замѣтить, что немалое количество ученыхъ и философовъ въ послѣднее время приходитъ, наконецъ, къ убѣжденію, что такой сущности вовсе нѣтъ, и что позади міра, доступнаго нашимъ чувствамъ, міра видимаго и осязаемаго, нѣтъ другого, скрытаго міра. Вѣдь же существованіе вещей исчерпывается ихъ свойствами (-наши воспріятія), отнявъ которыя мы получимъ въ остаткѣ то, что не существуетъ. Единственная реальность, стало быть, это и есть то, что мы видимъ, слышимъ, осязаемъ.

слѣдованію заранѣе опредѣленныя границы, и знаніе замыкалось въ опредѣленный кругъ. Рядъ извѣстныхъ намъ общихъ, основныхъ законовъ считались „незыблемыми“ и составляли какъ бы рамки, ненарушимыя и непереходимыя для дальнѣйшаго изслѣдованія. Были почти увѣрены, что главное и основное въ картинѣ міра уже набросано нашими великими учителями и намъ, ученикамъ, остается лишь выполненіе подробностей. Это видно изъ того, что въ 1878 г. президентъ одного извѣстнаго химическаго общества въ своей годовой рѣчи увѣрялъ своихъ слушателей, что эра открытій въ химіи закончена, и что поэтому слѣдуетъ обратить вниманіе исключительно на классификацію извѣстныхъ явленій.

Въ настоящее же время ни одинъ ученый не можетъ согласиться съ подобнымъ допущеніемъ. Современная научная критика, главнымъ образомъ, благодаря Пуанкарэ, Маху, Дюгему и Авенаріусу, требуетъ сознательнаго отношенія къ научнымъ понятіямъ, и прежде всего, какъ я уже сказалъ, старается отбросить догматизмъ по отношенію къ нимъ. Множество новооткрытыхъ научныхъ фактовъ заставляетъ признать, что каждая научная истина имѣетъ значеніе только въ извѣстныхъ, болѣе или менѣе узкихъ границахъ и при данной внутренней связи понятій съ принципомъ. Ни одинъ законъ, ни одинъ принципъ не

открываетъ настолько данной группы явленій дѣйствительности, чтобы никогда не получилось несоотвѣтствія фактовъ съ нимъ. Каждая истина, каждый законъ, или принципъ, не абсолютны, а болѣе или менѣе ограничены, частичны и всегда остается что-то не охваченное ими.

Для примѣра можно указать, что имѣются серьезныя основанія предполагать недѣйствительность принципа разсѣянія энергіи Карно-Клаузіуса, второго принципа механической теоріи теплоты, въ приложеніи къ весьма малымъ количествамъ матеріи. Очевидно, такое предположеніе, или ему подобное, нельзя считать принципомъ, общимъ основнымъ закономъ природы; вѣрнѣе, мы должны изслѣдовать не вопросъ о томъ, справедливъ ли данный законъ или нѣтъ, а вопросъ о томъ, въ какихъ предѣлахъ онъ прилагается. „Это обстоятельство, — говоритъ знаменитый физикъ профессоръ Нернстъ,—имѣетъ особенное значеніе при точныхъ научныхъ изслѣдованіяхъ. Часто прогрессъ знанія заставляетъ пересмотрѣть когда-то принятые законы; при этомъ иногда оказывается, что изслѣдованія имѣютъ сомнительный характеръ. Но болѣе тщательное разсмотрѣніе вопроса показываетъ, что обычно въ этихъ случаяхъ мы распространяемъ на широкое поле дѣйствіе закона, а прогрессъ знанія суживаетъ предѣлы его приложимости. Вообще же, всякій талантливый изслѣдователь приписываетъ установленному имъ закону широкую примѣнимость, и не указываетъ обычно тѣхъ

границъ, въ которыхъ этотъ законъ дѣйствителенъ".

Научныя истины не могутъ, такимъ образомъ, исчезнуть безслѣдно. Разъ установленная точнымъ изслѣдованіемъ, провѣренная данными чувствъ, изощренныхъ усовершенствованными инструментами, выдержавшая этотъ контроль научная истина не исключается, а становится вѣчной. Но она не можетъ застыть въ одной формѣ. Съ теченіемъ времени она, можетъ быть,—и непремѣнно будетъ— въ бо́льшихъ или меньшихъ предѣлахъ, ограничена, видоизмѣнена, сужена въ своемъ значеніи; она, слѣдовательно, истина настоящая, подлинная, не абсолютная, а относительная.

Возьмемъ, для примѣра, законъ Маріотта-Бойля. Онъ былъ вѣренъ въ моментъ его открытія, оказался лишь приблизительно вѣрнымъ для небольшихъ давленій при болѣе тонкомъ и точномъ опредѣленіи величинъ, оказался совершенно невѣрнымъ для огромныхъ давленій. Законъ этотъ тѣмъ не менѣе служитъ для практическихъ цѣлей, для вычисленій при постройкѣ машины и т. д. Онъ вѣренъ, поскольку подтверждается опытомъ, т.-е. свидѣтельствомъ чувствъ, для воспріятія грубаго, не усиленнаго тонкими приборами, онъ вѣренъ вполнѣ, даже можно сказать „абсолютно"; но для воспріятія болѣе тонкаго требуетъ поправки или даже вовсе теряетъ силу. Свое относительное значеніе онъ, какъ дѣйствительная, не кажущаяся, истина, сохраняетъ всегда.

Итакъ, главнѣйшей особенностью

научныхъ законовъ является та, что они вѣчны и относительны. Ни объ одномъ изъ нихъ, ни о законѣ тяготѣнія, ни о законѣ сохраненія матеріи, ни о законѣ сохраненія энергіи нельзя сказать, что сфера ихъ дѣйствія распространена на всѣ явленія, какія только можетъ открыть наше научное восприятіе, все болѣе и болѣе расширяющееся. Это положеніе уже опровергнуто фактически радіологіей (изслѣдованіемъ явленій „радіоактивности“ и связаннаго съ этими явленіями „превращенія элементовъ“), и новооткрытымъ основнымъ закономъ природы, „принципомъ относительности“: въ этомъ, по-моему, главнымъ образомъ, и заключается вся философская важность этихъ удивительныхъ открытій.

„Если бы мы могли съ помощью мощнаго микроскопа, — говоритъ проф. Леонъ Блохъ, — проникнуть во внутреннюю структуру крупинки радія, мы бы убѣдились, что тамъ... не имѣетъ мѣста ни неизмѣнность массъ, ни равенство дѣйствія и противодѣйствія, ни сохраненіе энергіи. Приходится измѣнить понятія, лежащія въ самой основѣ нашей классической науки, чтобы приспособить нашъ умъ къ познанію этого новаго міра“.

Иначе это и быть не можетъ. Вѣдь наука не останавливается на одной точкѣ, сфера нашего воспріятія не остается неизмѣнной, она постоянно и непрерывно расширяется. Для невооруженнаго глаза не было телескопическаго и микроскопическаго мі-

ровъ. для глаза, вооруженнаго телескопомъ и микроскопомъ, они явились: а при помощи фотографіи и новоизобрѣтеннаго „ультра-микроскопа“ мы опять-таки проникаемъ въ новый міръ, дотолѣ недоступный. „Каждый новый инструментъ, — говоритъ проф. Отто Винеръ, — или сочетаніе уже извѣстныхъ, служащее для новыхъ цѣлей, съ точки зрѣнія теоріи развитія представляетъ только естественное развитіе и расширеніе сферы нашего воспріятія“. Но слова: „расширеніе сферы нашего воспріятія“ практически равнозначащи словамъ „расширеніе реальности“: міръ не остается неизмѣннымъ, онъ разрастается во всѣхъ направленіяхъ, онъ становится сложнѣе и разнообразнѣе, онъ открываетъ намъ все новыя и новыя стороны. Мы не видимъ конца развитію нашего знанія, не предвидимъ момента „завершенія“ науки...

А если такъ, то мы должны прійти къ заключенію, что какой бы то ни былъ законъ, установленный въ предѣлахъ извѣстной сферы воспріятія, и совершенно вѣрный для этой сферы, можетъ оказаться невѣрнымъ, не имѣющимъ силу для новыхъ, еще недоступныхъ сферъ. Приходится признать, что всякій законъ, принятый послѣ его открытія всѣми учеными современниками, долженъ, несомнѣнно, съ теченіемъ времени подвергаться нѣкоторымъ ограниченіямъ, но онъ тѣмъ не менѣе считается навсегда синтезомъ опредѣленной суммы истинъ. Научная истина, слѣдовательно, не падаетъ

съ теченіемъ времени, но въ опредѣленныхъ предѣлахъ безсмертна.

Итакъ, нѣтъ абсолютно строгихъ физическихъ законовъ, простирающихся на всѣ явленія природы. Самые важные принципы, на которыхъ цѣликомъ построены науки, суть только относительныя, приближенныя истины, вѣрныя только въ опредѣленныхъ границахъ. Внѣ этихъ границъ они въ большей или меньшей степени теряютъ свою точность.

Это воззрѣніе безспорно имѣетъ огромное преимущество передъ прежнимъ. Мы получаемъ болѣе правильную оцѣнку нашихъ понятій и окружающихъ насъ явленій, создаемъ себѣ болѣе правильную оріентировку дѣйствительности и, такимъ образомъ, жизнь наша становится на твердую почву не среди фантомовъ, созданныхъ фантазіей, а среди реальныхъ явленій.

Всему этому мы обязаны нашему научному методу, методу опыта и наблюденія. Послѣдній не позволяетъ наукѣ застыть, остановиться въ одномъ состояніи; онъ заставляетъ изслѣдователей перерабатывать заново — часто нехотя, почти противъ воли—ихъ обобщенія, и всегда ведетъ къ созданію чего-то новаго. При этомъ, онъ часто можетъ тѣ понятія, которымъ особенно охотно придавали характеръ незыблемыхъ, абсолютныхъ истинъ, признать лишь относительными, ограниченными.

Происшедшій въ наукѣ великій переворотъ, ограничившій дѣйствіе законовъ, или принциповъ, тя-

готѣнія, сохраненія массы, сохраненія энергіи и т. д., показавшій ихъ несостоятельность въ нѣкоторыхъ новооткрытыхъ областяхъ явленій,—этотъ переворотъ поетъ торжественную пѣснь научному методу. Весьма важное значеніе новѣйшихъ изслѣдованій состоитъ въ томъ, что они, съ одной стороны, овладѣли новой и въ высшей степени богатой областью явленій, съ другой стороны, стараются очистить научное міросозерцаніе отъ закравшихся въ него элементовъ метафизики. Подъ вліяніемъ новыхъ изслѣдованій пришлось пересмотрѣть не только установленныя научныя истины, но и самыя понятія объ истинѣ, о познаніи, о дѣйствительности. Признавъ законы природы, какъ не имѣющіе абсолютнаго значенія, изслѣдователи должны постараться узнать тѣ границы, въ которыхъ эти законы дѣйствительны. Вообще, вызванная этими открытіями безпощадная критика укоренившихся научныхъ понятій должна оказать сильное вліяніе на наше міросозерцаніе.

Общій выводъ изъ всего сказаннаго тотъ, что *мы можемъ, по крайней мѣрѣ, безконечно приближаться къ истинѣ*, не достигая ея вполнѣ. Мысль эта прекрасно высказана въ слѣдующихъ словахъ *Леви-Брюля*: „Нельзя сказать, что въ наукѣ истина уже *есть*, она только постоянно *дѣлается* все болѣе и болѣе полной, все болѣе и болѣе точной“.

***

Теперь я считаю умѣстнымъ процитировать слѣдующія слова Пуанкарэ, которыя дають общее представленіе о прекрасно имъ разработанной теоріи науки.

Наукѣ, по мнѣнію Пуанкарэ, имѣетъ лишь относительную цѣнность, и вмѣстѣ съ тѣмъ, она, прежде всего, есть созданіе самаго человѣка, но созданіе не застывшее неподвижно, не непреложное, не неизмѣнное, а вѣчно мѣняющееся, вѣчно развивающееся и вѣчно непрерывно движущееся впередъ, хотя бы и не всегда прямыми дорогами. „Не слѣдуетъ заключить,—говоритъ Пуанкарэ,— что наука способна только на работу Пенелопы, что она вынуждена тотчасъ своими собственными руками до тла разрушать воздвигаемыя ею эфемерныя сооруженія; ходъ науки слѣдуетъ сравнивать не съ перестройкой города, при которой старыя зданія безпощадно разрушаются и замѣняются новыми, но съ непрерывной эволюціей зоологическихъ типовъ, безпрестанно развивающихся, такъ что они становятся неизмѣняемыми для простого глаза, но опытный глазъ всегда находитъ въ нихъ слѣды предыдущей работы протекшихъ вѣковъ“.

Такимъ образомъ, труды нашихъ предшественниковъ никогда не погибаютъ цѣликомъ; идеи, появившіяся вчера, подготовляютъ идеи завтрашняго дня, содержатъ ихъ, такъ сказать, въ возможности, въ потенціи. „Наука,—говоритъ Пуанкарэ,—это, въ нѣкоторомъ родѣ, живой организмъ,

порождающій безконечный рядъ все новыхъ существъ, занимающихъ мѣсто прежнихъ; и организмъ этотъ развивается въ зависимости отъ природы окружающей его среды, приспособляясь къ внѣшнимъ условіямъ, залечивая раны, которыя можетъ нанести ему на каждомъ шагу соприкосновеніе съ дѣйствительностью".

„Наука,—говоритъ Пуанкарэ,— это прежде всего—классификація, манера сближать между собою тѣ факты, которые представляются раздѣленными, несмотря на нѣкоторое естественное родство, скрытымъ образомъ связывающее ихъ другъ съ другомъ. Иными словами—наука есть система соотношеній. Но только въ соотношеніяхъ должно искать объективности; тщетно было бы искать ее въ вещахъ, разсматриваемыхъ изолировано другъ отъ друга.

„Сказать, что наука не можетъ имѣть объективной цѣнности, потому что мы узнаемъ изъ нея только отношенія, значитъ, разсуждать навыворотъ, такъ какъ именно лишь отношенія и могутъ быть разсматриваемы, какъ объективныя.

„Такъ, напримѣръ, внѣшніе предметы, для которыхъ было изобрѣтено слово о б ъ е к т ъ, суть дѣйствительно о б ъ е к т ы, а не одна бѣглая и неуловимая видимость: ибо это — не просто группы ощущеній, но группы, скрѣпленныя постоянной связью. Эта связь—и только эта связь—и является въ нихъ объектомъ; и эта связь есть отношеніе.

„Поэтому, когда мы задаемъ вопросъ: какова объективная цѣнность науки? то это не значитъ:

открываетъ ли намъ наука истинную природу вещей?—но это значитъ: открываетъ ли она намъ истинныя отношенія вещей?

„Никто не поколебался бы отвѣтить отрицательно на первый вопросъ. Я думаю, что можно пойти и дальше: не только наука не можетъ открыть намъ природу вещей; ничто не въ силахъ открыть намъ ее—и если бы ее зналъ какой-нибудь богъ, то онъ не могъ бы найти словъ для ея выраженія. Мы не только не можемъ угадать отвѣта, но если бы даже намъ дали его—мы не были бы въ состояніи понять его сколько-нибудь; я даже готовъ спросить, хорошо ли мы понимаемъ самый вопросъ.

„Поэтому, когда научная теорія обнаруживаетъ притязаніе научить насъ, что такое теплота, или что такое электричество, или что такое жизнь—она напередъ осуждена; все, что она можетъ намъ дать, есть не болѣе, какъ грубое подобіе. Она является поэтому временной и шаткой".

Какъ видно изъ нами изложеннаго, хотя нашимъ проводникомъ всегда былъ опытъ, намъ однако приходится прибѣгать и къ гипотезамъ, т.-е. къ концепціямъ, въ большей или меньшей степени недоступнымъ для опытнаго воспроизведенія. Введеніе гипотезъ необходимо для познанія явленій природы и нахожденія новыхъ законовъ. Онѣ стремятся создать новое представленіе о группахъ явленій или даже о цѣломъ мірѣ. Научное изслѣдованіе едва ли можетъ вообще обойтись безъ гипотезъ, такъ какъ при помощи ихъ составляется какъ бы

предварительное обобщенie, временно могущiя оказать такую же услугу нашей мысли, какъ и всякое другое научное обобщенie. Гипотезы становятся лишь тогда вредными для науки и нашего мiровоззрѣнiя, когда имъ придается абсолютно реальное значенie, т.-е. когда забывается именно ихъ гипотетичность.

Гипотезы, какъ вспомогательныя предположенiя, имѣютъ, такимъ образомъ, только временное существованie. Сегодня теорiя или гипотеза родилась, завтра она въ модѣ, послѣзавтра она дѣлается классической, на третiй день она устарѣла, а на четвертый—забыта. „Но если всмотрѣться ближе, то увидимъ,—говоритъ Пуанкарэ, — что падаютъ, такимъ образомъ, теорiи въ тѣсномъ смыслѣ—тѣ, которыя имѣютъ притязанie открыть намъ сущность вещей. Но въ нихъ есть нѣчто, что чаще всего выживаетъ. Если одна изъ нихъ открыла намъ истинное отношенie, то это отношенie является окончательнымъ прiобрѣтенiемъ; мы найдемъ его подъ новымъ одѣянiемъ въ другихъ теорiяхъ, которыя будутъ послѣдовательно водворяться на ея мѣстѣ“.

„Несомнѣнно многiя сближенiя, считавшiяся прочно установленными, были потомъ опровергнуты; но значительное большинство ихъ остается, останется, повидимому, и впредь. Что касается ихъ, то какова мѣра ихъ объективности?

„Она совершенно та же, что и для нашей вѣры въ внѣшнiе предметы. Эти послѣднiе реальны въ томъ смыслѣ, что вызываемыя ими у насъ ощуще-

нія представляются намъ соединенными между собою какъ бы нѣкоторой неразрушимой связью, а не случайностью момента. Такъ и наука открываетъ намъ между явленіями другія связи, болѣе тонкія, но не менѣе прочныя; это—нити столь тонкія, что на нихъ долгое время не обращали вниманія; но, замѣтивъ разъ, ихъ нельзя уже не видѣть. Итакъ. онѣ не менѣе реальны, чѣмъ тѣ, которыя сообщаютъ реальность внѣшнимъ предметамъ. Не имѣетъ значенія то обстоятельство, что о нихъ позже узнали, такъ какъ однѣ не могутъ погибнуть ранѣе другихъ".

„Намъ скажутъ, что наука есть лишь классификація, и что классификація не можетъ быть вѣрною, а только удобною. Но вѣрно то, что она удобна; вѣрно, что она является такою не только для меня, но для всѣхъ людей; вѣрно, что она останется удобной для нашихъ потомковъ; наконецъ, вѣрно, что это не можетъ быть плодомъ случайности.

„Въ итогѣ, единственною объективной реальностью являются отношенія вещей—отношенія, изъ которыхъ вытекаетъ слѣдствіемъ міровая гармонія. Безъ сомнѣнія, эти отношенія, эта гармонія не могли бы быть восприняты внѣ связи съ умомъ, который ихъ воспринимаетъ или чувствуетъ. Тѣмъ не менѣе они объективны, потому что они общи и останутся общими для всѣхъ мыслящихъ существъ".

Приведемъ, наконецъ, еще нѣсколько, высказан-

ныхъ Пуанкарэ, соображеній по вопросу о цѣнности науки.

„Мы не можемъ,—говоритъ онъ,—познать всѣ факты; необходимо выбирать тѣ, которые достойны быть познанными. Если вѣрить Толстому, ученые дѣлаютъ этотъ выборъ наудачу вмѣсто того, чтобы сдѣлать его (что было бы благоразумно) въ видахъ практическихъ примѣненій.—На самомъ дѣлѣ это не такъ: ученые считаютъ извѣстные факты болѣе интересными въ сравненіи съ другими потому, что ими дополняется незаконченная гармонія или потому, что они позволяютъ предвидѣть большое число другихъ фактовъ. Если ученые ошибаются, если эта неявно предполагаемая ими іерархія фактовъ есть лишь пустая иллюзія, то не могло бы существовать науки для науки, и, слѣдовательно, не могло бы быть науки. Что касается меня, то я думаю, что они правы, и я уже на примѣрѣ показалъ высокую цѣнность астрономическихъ фактовъ, зависящую не отъ практической примѣнимости ихъ, а отъ ихъ величайшей поучительности.

„Вся крѣпость цивилизаціи зависитъ отъ науки и искусства. Формула „наука для науки“ возбуждала удивленіе; а между тѣмъ это, конечно, стоитъ „жизни для жизни“, если жизнь жалка и ничтожна, и даже „счастья для счастья“, если не держаться того взгляда, что всѣ удовольствія равноцѣнны, если не считать, что цѣль цивилизаціи есть доставлять алкоголь охотникамъ до выпивки.

„Всякое дѣйствіе должно имѣть цѣль. Мы должны

страдать, должны трудиться, должны платить за наше мѣсто на спектаклѣ,—чтобы видѣть, или, по крайней мѣрѣ, чтобы другіе современемъ увидѣли.

„Все, что—не мысль, есть чистое ничто, потому что мы можемъ мыслить только мысли и потому, что всѣ слова, которыми мы располагаемъ для разговора о вещахъ, могутъ выражать собою только мысли. Поэтому сказать, что существуетъ нѣчто иное, чѣмъ мысль, значило бы произнести утвержденіе, которое не можетъ имѣть смысла.

„Однако жъ, геологическая исторія показываетъ намъ, что жизнь есть лишь бѣглый эпизодъ между двумя вѣчностями смерти, и что въ этомъ эпизодѣ прошедшая и будущая длительность сознательной мысли—не болѣе, какъ мгновеніе. Мысль—только вспышка свѣта посреди долгой ночи.

„Но это вспышка—все“ *).

---

*) Во время печатанія этой книжки телеграфъ принесъ крайне печальную для всего цивилизованнаго міра вѣсть: 4-го іюля 1912 г., спустя нѣсколько дней послѣ произведенной хирургической операціи, на 58 году отъ роду, умеръ Анри Пуанкарэ, это, по общему признанію, чудо науки.

Анри Пуанкарэ, сынъ врача, родился въ Нанси 29-го апрѣля (по нов. ст.) 1854 года. Первоначальное образованіе получилъ въ мѣстномъ Лицеѣ, изъ котораго онъ перешелъ въ Морской Институтъ, а затѣмъ въ Политехникумъ. Закончилъ онъ образованіе въ 1875 году въ Высшемъ Національномъ Горномъ училищѣ въ Парижѣ, послѣ чего отправился въ качествѣ

***

Изложенныя новѣйшія критическія соображенія о характерныхъ особенностяхъ научныхъ положеній являются, по-моему, нелишними для всѣхъ тѣхъ, которые желаютъ глубже вникнуть въ разбираемый Пуанкарэ глубоко интересный философскій вопросъ—объ измѣняемости законовъ природы. Вопросъ этотъ, который давно уже интересуетъ Пуанкарэ, и который неоднократно уже подвергался разсмотрѣнію многими философами и учеными, ра-

---

инженера въ Скандинавіи. Въ 1879 году онъ защищалъ докторскую диссертацію въ Парижѣ и до 1881 года, когда былъ приглашенъ профессоромъ въ Сорбону, читалъ математическій анализъ въ Канѣ, гдѣ всего 25—26 лѣтъ роду онъ успѣлъ написать множество замѣчательныхъ трудовъ по наиболѣе сложнымъ математическимъ вопросамъ.

Въ Сорбонѣ, которую Пуанкарэ не покидалъ до самой своей преждевременной смерти, онъ послѣдовательно читалъ математическій анализъ, затѣмъ математическую физику и теорію вѣроятностей и, наконецъ, въ послѣднее время, труднѣйшую изъ наукъ—небесную механику, причемъ такъ читалъ, что его изъ отдаленнѣйшихъ странъ пріѣзжали слушать не только студенты, но и маститые ученые—профессора.

Несмотря на такую исключительную свою славу, Пуанкарэ остался все время въ высшей степени скромнымъ человѣкомъ. 32-хъ лѣтъ, въ 1886 году, его выбрали въ члены Академіи Наукъ по секціи геометріи. въ 1889 году Интернаціональное бюро провозгласило его величайшимъ геометромъ Европы, а въ 1905 году

зобранъ имъ въ докладѣ на четвертомъ международномъ конгрессѣ по вопросамъ философіи въ 1911 г. въ Болоньѣ съ поразительной ясностью и геніальной проникновенностью, какъ обыкновенно и большинство вопросовъ, разобранныхъ этимъ великимъ мыслителемъ. Въ этомъ докладѣ онъ высказываетъ не строгіе выводы, а лишь различныя въ высшей степени интересныя размышленія, исходя изъ различныхъ точекъ зрѣнія. Цѣнность этой работы въ научномъ и философскомъ отношеніяхъ

Венгерская Академія, присудивъ ему 10 тысячъ франковъ, объявила его первымъ ученымъ міра; въ 1908 году онъ поступилъ въ число «безсмертныхъ», замѣстивъ поэта-философа Сюлли-Прюдома, на что имѣлъ полнѣйшее право, такъ какъ онъ былъ не только величайшимъ математикомъ, астрономомъ и физикомъ, но въ то же время и философомъ, обладавшимъ образнымъ, живымъ, художественнымъ языкомъ.

Наряду съ этимъ, Пуанкарэ состоялъ членомъ или корреспондентомъ болѣе, чѣмъ сорока академій и ученыхъ обществъ, почетнымъ докторомъ семи университетовъ, членомъ палаты мѣръ и т. д.

Этотъ замѣчательный человѣкъ любилъ науку не только ради науки. Она доставляла ему духовную радость и наслажденіе художника, постигшаго искусство облекать красоту въ реальныя формы. Къ концу дней своей жизни онъ насчиталъ за собою болѣе тысячи печатныхъ трудовъ, изъ которыхъ почти каждый открываетъ что-либо новое; но широкой публикѣ онъ въ особенности извѣстенъ своею критикою наукъ, которой посвящены его замѣчательныя, переведенныя и по-русски, книги: «Цѣнность науки», «Наука и гипотеза» и «Наука и методъ».

отъ этого, конечно, только значительно увеличивается.

Предлагаемый переводъ статьи Пуанкарэ, воспроизводящій его докладъ, даетъ возможность и русскому читателю, съ вершины современныхъ научныхъ и философскихъ данныхъ, познакомиться съ вопросомъ о законахъ природы и ихъ значеніи для нашего міросозерцанія.

Г. А. Гуревичъ.

Анри Пуанкарэ

Эволюція законовъ.

Бутру въ своихъ работахъ о связи между законами природы ставитъ такой вопросъ: не подвержены ли измѣненію законы природы? Возможно ли, чтобы весь міръ непрерывно эволюціонировалъ, а самые законы, т.-е. правила, по которымъ эта эволюція совершается, одни оставались совершенно неизмѣнными? Ученые конечно, никогда не согласятся съ тѣмъ, что законы могутъ быть подвержены измѣненію: въ томъ смыслѣ, въ какомъ они понимали бы эту идею, они не могли бы признать ее, не отрицая законности, даже возможности науки. Все-таки философъ можетъ съ полнымъ правомъ поставить такой вопросъ, разсмотрѣть различныя рѣшенія, допускаемыя имъ, и заключенія, къ которымъ онъ приводитъ, и постараться согласовать ихъ съ законными требованіями ученыхъ. Мнѣ хотѣлось бы разсмотрѣть этотъ вопросъ съ нѣсколькихъ точекъ зрѣнія; при этомъ я, собственно говоря, выскажу не заключенія, но различныя размышленія, не лишенныя, быть можетъ, инте-

реса. Читатель проститъ меня, если попутно я буду нѣсколько дольше останавливаться на нѣкоторыхъ смежныхъ вопросахъ.

I.

Станемъ сначала на точку зрѣнія математика. Предположимъ на минуту, что законы природы въ теченіе вѣковъ подвергались измѣненіямъ, и спросимъ себя, имѣемъ ли мы возможность обнаружить эти измѣненія. Прежде всего, надо имѣть въ виду, что до тѣхъ сравнительно немногихъ вѣковъ, въ теченіе которыхъ человѣкъ жилъ и мыслилъ, прошли неизмѣримо болѣе долгіе періоды, когда человѣка еще не было, а въ будущемъ наступятъ другія времена, когда нашъ родъ исчезнетъ. Желая признать эволюцію законовъ, мы должны ее считать, конечно, очень медленной, такъ что въ теченіе тѣхъ немногихъ вѣковъ, когда человѣкъ мыслилъ, законы природы могли испытать лишь незначительныя измѣненія. Если они эволюціонировали въ прошломъ, то мы должны понимать это прошлое въ геологическомъ смыслѣ. Были ли прежде такіе же законы, какъ и сегодня, и останутся ли они еще такими же и завтра? Въ какомъ смыслѣ понимаемъ мы слова „прежде", „сегодня" и „завтра" въ подобномъ вопросѣ? Сегодня—это тѣ времена, о которыхъ исторія сохранила намъ воспоминаніе;

прежде—это милліоны лѣтъ, предшествовавшіе исторіи, то время, когда ихтіозавры жили спокойно безъ философіи, а завтра—это милліоны лѣтъ, которые наступятъ впослѣдствіи, когда земля охладится и не будетъ человѣка съ его глазами, которые видятъ, и съ его мозгомъ, который мыслитъ.

Спрашивается: что такое законъ? Это постоянная связь между предыдущимъ и послѣдующимъ, между современнымъ состояніемъ міра и непосредственно послѣдующимъ состояніемъ. Идеальный ученый, которому были бы извѣстны всѣ законы природы, имѣлъ бы опредѣленныя правила, съ помощью которыхъ онъ могъ бы, зная настоящее любой части Вселенной въ данный моментъ, опредѣлить, въ какомъ состояніи эти же части будутъ находиться завтра. Само собою разумѣется, что этотъ процессъ можно продолжать неограниченно: изъ состоянія міра въ понедѣльникъ онъ выведетъ состояніе его во вторникъ; отсюда тѣмъ же способомъ можно будетъ опредѣлить состояніе міра въ среду и т. д. Но это еще не все; если существуетъ постоянная связь между состояніемъ міра въ понедѣльникъ и его состояніемъ во вторникъ, то изъ перваго можно вывести второе, но можно также поступить обратно: зная состояніе во вторникъ, можно опредѣлить состояніе въ понедѣльникъ; изъ состоянія міра въ понедѣльникъ можно будетъ тѣмъ же самымъ образомъ вывести заключеніе о состояніи его въ воскресенье и т. д.; одинаково можно будетъ проникать въ глубь прошлаго, какъ въ даль будущаго. Зная

міръ въ настоящій моментъ и законы, можно отгадать будущее, но равнымъ образомъ можно отгадать и прошлое; служащій для этой цѣли пріемъ, по существу, обратимъ.

Въ виду того, что мы теперь стоимъ на точкѣ зрѣнія математика, мы должны дать этой концепціи возможно болѣе точное выраженіе, и съ этой цѣлью мы прибѣгаемъ къ языку математики. Мы скажемъ поэтому, что совокупность законовъ равносильна системѣ дифференціальныхъ уравненій, которыя связываютъ скорость измѣненія различныхъ элементовъ Вселенной съ особенностями этихъ элементовъ въ данный моментъ.

Какъ извѣстно, подобная система допускаетъ безконечное множество рѣшеній, но если мы имѣемъ начальныя значенія всѣхъ элементовъ, т.-е. значенія въ моментъ $t = 0$,—который на обычномъ языкѣ называется настоящимъ,—то рѣшеніе будетъ вполнѣ опредѣленнымъ, такъ что мы можемъ вычислить значенія всѣхъ элементовъ въ любой моментъ какъ при $t > 0$, что соотвѣтствуетъ будущему, такъ и при $t > 0$, т.-е. для прошлаго. При этомъ важно замѣтить, что отъ настоящаго къ прошлому мы заключаемъ совершенно такимъ же образомъ, какъ и отъ настоящаго къ будущему.

Но если такъ, то какими средствами располагаемъ мы для того, чтобы познать геологическое прошлое, т.-е. исторію временъ, въ теченіе которыхъ законы могли подвергнуться измѣненію? Нашему непосредственному наблюденію это прошлое не-

доступно, и мы можемъ знать о немъ только по тѣмъ слѣдамъ, которые имъ было оставлено въ настоящемъ, мы можемъ познать его лишь черезъ настоящее, и при томъ дедуктивно вывести его изъ настоящаго мы можемъ лишь посредствомъ только что мною изложеннаго процесса; этотъ же процессъ позволяетъ намъ равнымъ образомъ изъ настоящаго вывести будущее. Но можемъ ли мы при помощи этого процесса открыть измѣненія въ законахъ? Очевидно, нѣтъ! Вѣдь мы можемъ прилагать эти законы лишь въ томъ предположеніи, что они остались неизмѣнными; непосредственно мы знаемъ, напримѣръ, лишь состояніе міра въ понедѣльникъ и правила, связывающія это состояніе съ состояніемъ въ воскресенье, и, примѣняя эти правила, мы опредѣляемъ состояніе въ воскресенье; но если намъ захочется итти дальше и вывести отсюда состояніе въ субботу, то для этого безсомнѣнно необходимо допустить, что самыя правила, при помощи которыхъ мы заключили отъ понедѣльника къ воскресенью, остались еще тѣми же самыми между воскресеньемъ и субботой. Въ противномъ случаѣ мы имѣли бы право сдѣлать только одинъ выводъ,—что невозможно знать, что̀ произошло въ субботу. Если, стало быть, постоянство законовъ входитъ въ предпосылки всѣхъ нашихъ умозаключеній, то мы не можемъ не найти его снова въ выводѣ.

Зная современныя орбиты планетъ, Л е - В е р р ь е вычисляетъ, предположимъ, при помощи

закона Ньютона, каковы будутъ орбиты черезъ 10.000 лѣтъ. Какіе бы способы вычисленій онъ ни примѣнялъ, онъ ни въ коемъ случаѣ не можетъ прійти къ заключенію, что по истеченіи столькихъ-то тысячъ лѣтъ законъ Ньютона перестанетъ быть вѣрнымъ. Онъ могъ бы, измѣнивъ лишь въ своихъ формулахъ знакъ передъ временемъ, вычислить, каковы были эти орбиты 10.000 лѣтъ тому назадъ; но,—какъ онъ въ этомъ увѣренъ заранѣе,—онъ не найдетъ, что законъ Ньютона не всегда былъ одинъ и тотъ же.

Итакъ, для того, чтобы мы могли кое-что узнать о прошломъ, мы непремѣнно должны допустить, что законы остались совершенно безъ всякихъ измѣненій; если мы это допустимъ, то вопросъ объ эволюціи законовъ отпадетъ; отказавшись же отъ этого допущенія, нашъ вопросъ станетъ неразрѣшимымъ такъ же, какъ и всякій другой вопросъ, относящійся къ прошлому.

II.

Мнѣ могутъ возразить: не можетъ ли случиться, что примѣненіе предыдущаго пріема приведетъ къ противорѣчію, или, другими словами, что наши дифференціальныя уравненія не допускаютъ вовсе рѣшенія? Такъ какъ исходная посылка всѣхъ нашихъ разсужденій, т.-е. гипотеза о неизмѣнности законовъ привела бы насъ, такимъ образомъ, къ нелѣпому заключенію, то мы доказали бы путемъ

приведенія къ нелѣпости, что законы эволюціонировали, хотя бы для насъ и осталось навсегда скрытымъ, въ какомъ именно направленіи они измѣнились.

Такъ какъ процессъ, къ которому мы прибѣгаемъ, обратимъ, то сказанное нами выше примѣнимо и къ будущему, и встрѣчаются, повидимому, случаи, когда мы могли бы утверждать, что къ такому-то времени міръ долженъ погибнуть или измѣнить свои законы; напримѣръ, можетъ случиться, что согласно вычисленію одно изъ количествъ, съ которыми мы должны были имѣть дѣло, обращается въ безконечность или получаетъ физически невозможное значеніе. Погибнуть или измѣнить свои законы—это почти одно и то же; міръ, законы котораго отличались бы отъ нашихъ, былъ бы уже не нашимъ міромъ, а какимъ-то другимъ.

Возможно ли, чтобы изученіе современнаго міра и его законовъ привело насъ къ формуламъ, не свободнымъ отъ подобныхъ противорѣчій? Законы выводятся изъ опыта; если они говорятъ намъ, что состояніе A въ воскресенье влечетъ за собою состояніе B въ понедѣльникъ, то значитъ, оба состоянія A и B были предметомъ наблюденія, и ни одно изъ нихъ не является физически невозможнымъ. Если мы продолжаемъ этотъ же процессъ дальше и дѣлаемъ выводы, переходя каждый разъ отъ одного дня къ слѣдующему, отъ состоянія A къ состоянію B, отъ состоянія B къ состоянію C, отъ состоянія C къ состоянію D и т. д., всѣ эти состоянія физиче-

ски возможны. Дѣйствительно, если бы состояніе D, напримѣръ, не было возможнымъ, то не былъ бы возможенъ опытъ, который доказываетъ, что состояніе C по истеченіи дня порождаетъ состояніе D Поэтому, какъ бы далеко мы ни зашли въ нашемъ процессѣ дедукціи, мы никогда не натолкнемся на физически невозможное состояніе, т.-е. на противорѣчіе. Если же одна изъ нашихъ формулъ приведетъ насъ къ противорѣчію, то это значитъ, что мы вышли изъ границъ эксперимента, т.-е. произвели экстраполяцію. Предположимъ, напримѣръ, что при извѣстныхъ условіяхъ температура, какъ показываетъ наблюденіе, понижается за день на 1 градусъ; если въ данный моментъ температура равна, напримѣръ, 20 градусамъ, то мы заключимъ, что черезъ 300 дней температура будетъ—280°; это нелѣпо, физически невозможно, такъ какъ при—273° будетъ уже абсолютный нуль. Что же отсюда вытекаетъ? Показывало ли наблюденіе, что въ нѣкоторый день температура измѣнилась отъ—279° до— 280°? Конечно, нѣтъ! вѣдь обѣ эти температуры не существуютъ. Наблюденіе показало, напримѣръ, что законъ былъ приблизительно вѣренъ между 0° и 20°, и отсюда мы сдѣлали невѣроятное заключеніе, что онъ долженъ также оставаться такимъ же до температуры—273° и даже ниже; но это—незаконная экстраполяція. Но экстраполировать формулу, выведенную изъ опытовъ, можно неисчислимымъ множествомъ способовъ, и между ними мы всегда можемъ выбрать такую экстраполяцію,

которая исключаетъ физически невозможныя состоянія.

Намъ извѣстны законы лишь очень несовершеннымъ образомъ; опытъ вынуждаетъ насъ лишь ограничить нашъ выборъ, и между всѣми законами, которые онъ позволяетъ намъ выбрать, мы всегда можемъ подобрать такіе, которые не приведутъ насъ къ противорѣчію въ родѣ сейчасъ описаннаго, такъ что мы не будемъ вынуждены сдѣлать заключеніе объ измѣняемости законовъ. Итакъ, этотъ способъ также не даетъ намъ возможности доказать эволюціи законовъ,— ни въ будущемъ, ни въ прошломъ.

III.

Намъ могутъ возразить. „Вы говорите, что, восходя при помощи нашихъ законовъ отъ настоящаго къ прошлому, мы никогда не придемъ къ противорѣчію, а тѣмъ не менѣе ученымъ пришлось уже натолкнуться на противорѣчія, и разрѣшить ихъ не такъ легко, какъ вы предполагаете. Я принимаю даже, что эти противорѣчія лишь кажущіяся, и что со временемъ они, по всей вѣроятности, будутъ разрѣшены; но вѣдь, по вашему разсужденію, даже кажущееся противорѣчіе должно было бы быть исключено“.

Пояснимъ это примѣромъ. Если по законамъ термодинамики вычислить время, въ теченіе котораго солнце могло посылать намъ свою теплоту, то

мы найдемъ около 50.000.000 лѣтъ. Періодъ этотъ геологи считаютъ недостаточнымъ: не говоря уже о томъ, что эволюція органическихъ видовъ должна была совершаться гораздо медленнѣе,—это вопросъ спорный,—но осажденіе пластовъ, въ которыхъ находятся остатки растеній и животныхъ, которыя не могли бы существовать безъ солнца, требуетъ, по крайней мѣрѣ, въ десять разъ большаго числа лѣтъ.

Причина это противорѣчія состоитъ въ томъ, что разсужденіе, на которомъ основываетъ свое доказательство геологъ, носитъ совершенно иной характеръ, чѣмъ разсужденіе математика. Наблюдая одинаковыя дѣйствія, мы приходимъ къ выводу объ одинаковости причинъ: напримѣръ, найдя ископаемые остатки животныхъ, которые относятся къ нынѣ живущему семейству, мы заключаемъ, что въ эпоху, когда происходило осажденіе пласта, заключающаго эти остатки, условія, безъ которыхъ животныя этого семейства не могли бы жить, всѣ одновременно были на лицо.

На первый взглядъ то же самое дѣлаетъ и математикъ, точку зрѣнія котораго мы выбрали въ предыдущихъ параграфахъ; онъ также дѣлалъ заключеніе, что одинаковыя дѣйстія могутъ быть порождены лишь одинаковыми причинами, если только законы не измѣнились. Однако, здѣсь все-таки есть весьма значительная разница. Разсмотримъ состояніе міра въ данный моментъ и въ нѣкоторый предшествующій моментъ; состояніе міра или даже

весьма значительная часть міра есть нѣчто въ высшей степни сложное и зависитъ отъ очень большого числа элементовъ. Но для большей простоты предположимъ, что такихъ элементовъ всего два, такъ что двухъ данныхъ достаточно, чтобы опредѣлить это состояніе. Данныя эти въ первый моментъ будитъ, примѣръ, A′ и B′ , а во второй моментъ—A и B.

Формула математика, которая построена при помощи всѣхъ законовъ, открытыхъ наблюденіемъ, учитъ его, что состояніе A′ B′ можетъ быть порожено лишь предшествующимъ состояніемъ A′ и B′; но если ему извѣстно лишь одно изъ двухъ данныхъ,—например, A,—и ему неизвѣстно, сопровождается ли оно вторымъ даннымъ B, то его формула не даетъ ему возможности прійти къ какому бы то ни было заключенію. Въ лучшемъ случаѣ, если явленія A и A′ покажутся ему связанными между собою, но сравнительно не зависящими отъ B и B′, онъ сдѣлаетъ заключеніе отъ A къ A′, но никогда онъ не выведетъ двойного обстоятельства A′ и B′ изъ единственнаго обстоятельства A. Напротивъ, геологъ, наблюдая единственное дѣйствіе A, выведетъ, что оно могло быть порождено лишь вслѣдствіе с т е ч е н і я причинъ A′ и B′, которыя часто порождаютъ его на нашихъ глазахъ, такъ какъ во многихъ случаяхъ это дѣйствіе A отличается столь спеціальнымъ характеромъ, что другое стеченіе причинъ, которые привело бы къ тому же результату, было бы абсолютно неправдоподобнымъ.

Если два организма одинаковы или сходны, то это сходство не можетъ быть случайнымъ, и мы съ достаточнымъ основаніемъ можемъ сказать, что они жили въ сходныхъ условіяхъ; найдя ихъ остатки, мы можемъ быть увѣрены не только въ томъ, что прежде существовалъ зародышъ, сходный съ тѣмъ, изъ котораго въ настоящее время выходятъ подобныя существа, но также и въ томъ, что внѣшняя температура была не выше той, при которой этотъ зародышъ можетъ развиваться. Въ противномъ случаѣ пришлось бы прійти къ заключенію, что эти остатки представляютъ собою „игру природы", какъ предполагали въ XVIII столѣтіи; нѣтъ надобности доказывать, что подобное заключеніе ни въ коемъ случаѣ не вяжется съ логикой. Существованіе органическихъ окаменѣлостей есть лишь крайній случай, болѣе поразительный, чѣмъ другіе, и мы могли бы привести примѣры такого же рода, находясь даже въ предѣлахъ минеральнаго царства.

Такимъ образомъ, геологъ можетъ дѣлать выводы въ тѣхъ случаяхъ, когда это для математика невозможно. Но зато, въ противоположность математику, онъ рискуетъ впасть въ противорѣчіе. Если изъ одного единственнаго обстоятельства геологъ дѣлаетъ заключеніе о нѣсколькихъ предшествующихъ, если объемъ заключенія въ нѣкоторомъ отношеніи больше, чѣмъ объемъ предпосылокъ, то можетъ случиться, что заключеніе, выведенное изъ наблюденія, находится въ противорѣчіи съ заключеніемъ,

къ которому приводитъ другое наблюденіе. Каждый изолированный фактъ становится, такъ сказать, центромъ иррадіаціи. Математикъ изъ каждаго отдѣльнаго факта выводитъ только одинъ фактъ, геологъ же выводитъ нѣсколько фактовъ; изъ имѣющейся у него свѣтящейся точки, онъ дѣлаетъ свѣтящійся кружокъ большей или меньшей величины: двѣ свѣтящіяся точки, стало быть, дадутъ ему два кружка, которые могутъ налагаться одинъ на другой, чѣмъ вызывается возможность конфликта. Напримѣръ, если геологъ находитъ въ пластѣ моллюсковъ, которые не могутъ жить при температурѣ ниже 20°, то это приводитъ его къ заключенію, что моря того времени были теплыми; но если затѣмъ другой геологъ откроетъ въ той же формаціи другихъ животныхъ, которыя не могли бы выжить при температурѣ выше 5°, то онъ придетъ къ выводу, что эти моря были холодными.

Быть можетъ, есть основаніе надѣяться, что наблюденія въ дѣйствительности не приведутъ къ противорѣчію, или, что противорѣчія не окажутся неопреодолимыми, но самыя правила формальной логики не гарантируютъ, такъ сказать, отъ противорѣчія. Но если это такъ, то является вопросъ: не придемъ ли мы, разсуждая подобно геологамъ, къ нелѣпому заключенію, что мы будемъ вынуждены заключить, что законы подвержены измѣненію?

VI.

Я позволю себѣ здѣсь сдѣлать отступленіе. Толь-

ко что мы видѣли, что геологъ обладаетъ оружіемъ, котораго математикъ не имѣетъ и которое даетъ геологу возможность заключать изъ настоящаго о прошломъ. Почему бы намъ было невозможно тѣмъ же способомъ дѣлать заключенія отъ настоящаго къ будущему? Когда я вижу человѣка 20 лѣтъ, я увѣренъ, что онъ перешелъ черезъ всѣ стадія отъ младенчества до зрѣлости, и что, слѣдовательно, за послѣдніе 20 лѣтъ на землѣ не произошло такой катастрофы, которая уничтожила бы все живое; но я отнюдь не могу заключить изъ того, что такая катастрофа не произойдетъ въ ближайшія 20 лѣтъ. Для познанія прошлаго, имѣющіяся у насъ средства оказываются непригодными, когда дѣло идетъ о будущемъ, и потому будущее кажется намъ болѣе таинственнымъ, чѣмъ прошлое.

Здѣсь мнѣ приходится сослаться на одну статью, которую я написалъ на тему о случайности [1]); я тамъ привелъ взглядъ Лаланда, который, въ противоположность общераспространенному мнѣнію, высказалъ слѣдующее положеніе: если будущее и опредѣляется прошлымъ, то прошлое, однако, не опредѣляется будущимъ; одна и та же причина можетъ вызвать лишь опредѣленное дѣйствіе, тогда какъ одно и то же дѣйствіе можетъ быть вызвано совершенно различными причинами. Если мы согласимся съ этимъ мнѣніемъ, то должны будемъ

---

[1]) См. А. Пуанкарэ, „Наука и методъ" Книга I, гл. IV. Есть два русскихъ перевода этой замѣчательной книги. *Прим. пер.*

признать, что будущее легко узнать, и лишь прошлое является таинственнымъ.

Я не имѣлъ возможности согласиться съ этимъ мнѣніемъ, но я выяснилъ, какимъ образомъ оно могло зародиться. Принципъ Карно учитъ насъ, что энергія, которую ничто не въ состояніи уничтожить, разсѣивается. Температуры стремятся къ выравниванію, и міръ стремится къ однообразію, т.-е. къ смерти. Стало быть, значительныя различія въ причинахъ влекутъ за собою лишь незначительныя въ дѣйствіяхъ. Когда различія въ дѣйствіяхъ становятся столь слабыми, что наши наблюденія уже неспособны ихъ распознать, то мы теряемъ всякую возможность обнаружить различія, нѣкогда имѣвшія мѣсто въ причинахъ, которыя вызвали эти дѣйствія, сколь бы велики ни были эти различія.

Но именно благодаря тому, что все стремится къ смерти, жизнь является исключеніемъ, которое необходимо объяснить *).

Если камни, предоставленные на произволъ случая, катятся по горѣ, то они раньше или позже упадутъ въ долину; если мы находимъ камень у самаго подножія горы, то это вполнѣ естественно и ничего не говоритъ намъ о предыдущей исторіи камня; мы

*) Новѣйшія воззрѣнія объ этомъ въ высшей степени интересномъ вопросѣ изложены въ статьѣ Г. А. Гуревича „Новѣйшія воззрѣнія о жизни и развитіи Вселенной“, представляющей собою приложеніе къ книжкѣ Жана Беккереля „Эволюція матеріи и міровъ“. Москва, изд „Современныя Проблемы“.

Прим. пер.

не можемъ узнать, въ какой точкѣ горы камень находился вначалѣ. Но если намъ приходится встрѣтить камень вблизи вершины, то мы можемъ быть увѣрены въ томъ, что камень всегда тамъ находился: если бы камень лежалъ на склонѣ горы, то онъ скатился бы внизъ до самаго основанія горы; къ такому выводу мы могли бы прійти съ тѣмъ большимъ основаніемъ, чѣмъ исключительнѣе случай и чѣмъ меньше его вѣроятность.

V.

Я лишь случайно поднялъ этотъ вопросъ; о немъ стоило бы поразмыслить, но мнѣ не хочется слишкомъ далеко уклониться отъ моей темы. Можно ли считать вѣроятнымъ, чтобы противорѣчія геологовъ когда-либо привели ученыхъ къ заключенію объ эволюціи законовъ? Прежде всего необходимо замѣтить, что науки лишь въ своемъ неразвитомъ состояніи прибѣгаютъ къ тѣмъ заключеніямъ по аналогіи, которыми вынуждена довольствоваться современная геологія. По мѣрѣ своего развитія науки приближаются къ тому состоянію, которое, повидимому, уже достигнуто астрономіей и физикой, и въ которомъ законы допускаютъ математическую формулировку. Съ этого момента то, что мы говорили въ началѣ этой статьи, станетъ вѣрнымъ безъ ограниченія. Но многіе полагаютъ, что всѣ науки должны будутъ раньше или позже пройти черезъ ту же самую эволюцію. Въ такомъ случаѣ, могущія намъ

встрѣтиться затрудненія, имѣютъ лишь временный характеръ, и должны отпасть, когда науки выйдутъ изъ неразвитаго состоянія.

Но у насъ нѣтъ даже надобности ожидать этого неопредѣленнаго будущаго. Въ чемъ состоитъ заключеніе по аналогіи, къ которому прибѣгаетъ геологъ? Фактъ изъ геологическаго прошлаго кажется ему столь схожимъ съ современнымъ, что онъ не можетъ признать это сходство случайнымъ. Онъ считаетъ невозможнымъ объяснить его иначе, какъ допустивъ, что эти два факта были вызваны совершенно одинаковыми условіями. Возможно ли, чтобы онъ представлялъ себѣ, что условія были тождественны, за исключеніемъ лишь того маленькаго обстоятельства, что вслѣдствіе измѣненія законовъ природы, происшедшаго за это время, весь міръ измѣнился до неузнаваемости? Онъ утверждалъ бы, что температура должна была остаться неизмѣнной, тогда какъ вслѣдствіе ниспроверженія всей физики дѣйствія температуры потерпѣли бы радикальное измѣненіе, такъ что и самое слово температура потеряло бы всякій смыслъ. Какъ легко видѣть, ни въ какомъ случаѣ, онъ никогда не согласится остановиться на подобной концепціи: это абсолютно не вяжется даже съ его логикой.

VI.

Но, быть можетъ, человѣчество будетъ существовать дольше, чѣмъ мы предположили, столь долго,

что оно сумѣетъ видѣть, какъ на его глазахъ происходитъ измѣненіе законовъ? Или, быть можетъ, человѣчество изобрѣтетъ столь чувствительные инструменты, что это измѣненіе, несмотря на его медленность, можно будетъ замѣтить черезъ нѣсколько поколѣній? Объ измѣненіи законовъ мы тогда узнали бы не путемъ индукціи или умозаключенія, но изъ непосредственнаго наблюденія. Не теряютъ ли въ такомъ случаѣ предыдущія разсужденія своего значенія? Мемуары, въ которыхъ излагаются опыты нашихъ предшественниковъ, представляли бы собой лишь слѣды прошлаго, которые давали бы намъ лишь косвенныя свѣдѣнія объ этомъ прошломъ. Старые документы для историка имѣютъ такое же значеніе, какъ ископаемыя для геолога, и труды прежнихъ ученыхъ являются лишь старыми документами. О мысляхъ этихъ ученыхъ они говорятъ намъ лишь постольку, поскольку люди прежнихъ временъ походили на насъ. Если бы произошло измѣненіе естественныхъ законовъ, это отразилось бы на всѣхъ областяхъ Вселенной, и человѣчество также не могло бы ускользнуть отъ этого дѣйствія; если предположить, что ему удалось бы выжить въ новой средѣ, то оно должно было бы подвергнуться измѣненію, чтобы приспособиться. Тогда языкъ прежнихъ людей сталъ бы для насъ непонятнымъ; слова, которыя они употребляли, не имѣли бы для насъ смысла, или, въ лучшемъ случаѣ, имѣли бы для насъ не тотъ смыслъ, что для нихъ. Не происходитъ ли это уже и теперь по исте-

ченіи нѣсколькихъ столѣтій, хотя законы физики остались постоянными?

Итакъ, каждый разъ мы наталкиваемся на одну и ту же дилемму: либо свидѣтельства прежнихъ вѣковъ являются для насъ вполнѣ ясными, міръ остался неизмѣннымъ, и они ни о чемъ другомъ намъ не могутъ сказать; либо же эти документы являются для насъ непонятными, и мы ничего не узнаемъ изъ нихъ, не узнаемъ даже, что законы измѣнились; мы прекрасно знаемъ, что требуется не очень много, чтобы эти документы превратились для насъ въ мертвую букву.

Кромѣ того, люди прошлыхъ временъ, подобно намъ, обладали лишь отрывочными свѣдѣніями о законахъ природы. Намъ пришлось бы порядочно потрудиться, чтобы согласовать два отрывка, даже если бы они остались совершенно цѣлыми; во столько же разъ это было бы труднѣе, если отъ прошлаго намъ остались лишь скудные, сомнительные и полуистертые отрывки.

VII.

Теперь мы станемъ на другую точку зрѣнія. Законы, которые нами выведены изъ непосредственныхъ наблюденій, имѣютъ всегда характеръ равнодѣйствующихъ. Возьмемъ, напримѣръ, законъ Маріотта. Большинству физиковъ онъ представляется лишь какъ слѣдствіе изъ кинетической теоріи газовъ: молекулы газовъ обладаютъ значитель-

ными скоростями; онѣ описываютъ сложныя траэкторіи, точное уравненіе которыхъ мы могли бы написать, если бы мы знали, по какимъ законамъ они взаимно притягиваются или отталкиваются. Разсуждая объ этихъ траэкторіяхъ по правиламъ теоріи вѣроятностей, можно доказать, что плотность газа пропорціональна его давленію.

Такимъ образомъ, законы, которымъ подчинены доступныя наблюденію тѣла, представляютъ собою не что иное, какъ слѣдствія изъ молекулярныхъ законовъ.

Ихъ простота—лишь кажущаяся, и за ней скрывается чрезвычайно сложная дѣйствительность, такъ какъ степень ея сложности измѣряется числомъ самыхъ молекулъ. Но именно благодаря тому, что это число очень велико, отличія въ деталяхъ взаимно уравновѣшиваются, и мы вѣримъ въ гармоническое соотношеніе.

Быть можетъ, что самыя молекулы, въ свою очередь, суть цѣлые міры; ихъ законы, можетъ быть, также имѣютъ характеръ равнодѣйствующихъ, и, чтобы найти ихъ основаніе, пришлось бы спуститься къ молекуламъ молекулъ и т. д.; неизвѣстно, гдѣ можно было бы остановиться.

Такимъ образомъ, законы, которые открываетъ намъ наблюденіе, зависятъ отъ двухъ вещей: отъ молекулярныхъ законовъ и отъ расположенія молекулъ. Неизмѣняемостью отличаются молекулярные законы, такъ какъ это истинные законы, а другіе суть лишь кажущіеся. Но распредѣленіе мо-

лекулъ можетъ быть подвергнуто измѣненію, и вмѣстѣ съ тѣмъ измѣняются и наблюдаемые законы. Это могло бы служить доводомъ въ пользу эволюціи законовъ.

VIII.

Вообразимъ міръ, теплопроводность различныхъ частей котораго столь совершенна, что между этими частями постоянно поддерживается состояніе теплового равновѣсія. Жители этого міра не имѣли бы никакого представленія о томъ, что мы называемъ разностью температуръ: въ ихъ сочиненіяхъ по физикѣ совершенно отсутствовала бы глава о термометріи. За исключеніемъ этого пункта, ихъ теоріи могли бы быть довольно полными и содержали бы множество законовъ, даже гораздо болѣе простыхъ, чѣмъ наши.

Теперь вообразимъ, что этотъ міръ медленно охлаждается путемъ лучеиспусканія: температура его остается повсюду одинаковой, но съ теченіемъ времени уменьшается. Допустимъ, что одинъ изъ обитателей этого міра впадаетъ въ летаргическій сонъ и просыпается лишь по истеченіи нѣсколькихъ столѣтій; разъ мы уже столь щедры на предположенія, то предположимъ еще, что онъ можетъ существовать въ охлажденномъ мірѣ, и что онъ сохранилъ память о прошломъ. Онъ увидитъ, что его потомки попрежнему составляютъ трактаты по физикѣ и, какъ раньше, ничего не говорятъ о термо-

метріи, но законы, которымъ они учатъ, совершенно отличны отъ тѣхъ, которые ему были извѣстны. Напримѣръ, въ свое время его учили, что вода кипитъ подъ давленіемъ въ 10 мм. ртутнаго столба, тогда какъ по наблюденіямъ новыхъ физиковъ вода закипаетъ лишь, если понизить давленіе до 5 мм. То тѣло, которое онъ прежде зналъ въ жидкомъ видѣ, теперь будетъ встрѣчаться лишь въ твердомъ состояніи и т. д. Взаимныя соотношенія между различными частями Вселенной всѣ зависятъ отъ температуры, и съ измѣненіемъ температуры все измѣняется до неузнаваемости.

Спрашивается: не существуетъ ли нѣкоторый физическій дѣятель, столь же непознаваемый для насъ, какъ температура для жителей нашего фантастическаго міра? Не подверженъ ли этотъ дѣятель постоянному измѣненію, подобно температурѣ шара, теряющаго теплоту черезъ лучеиспусканіе, и не влечетъ ли это измѣненіе за собой измѣненія всѣхъ законовъ?

IX.

Возвратимся къ нашему воображаемому міру. Спрашивается, не могли ли бы его обитатели, не повторяя исторіи спящихъ жителей Эфеса, замѣтить эту эволюцію? Какъ бы совершенна ни была теплопроводность на ихъ планетѣ, она, несомнѣнно, не была бы абсолютной, такъ что очень небольшія разницы температуры на ней были бы еще возможны.

долгое время онѣ ускользали бы отъ наблюденія, но со временемъ могли бы быть изобрѣтены болѣе чувствительные измѣрительные приборы, и какой-либо геніальный физикъ доказалъ бы существованіе этихъ ничтожныхъ разностей. Была бы построена теорія, и оказалось бы, что эти различія въ температурѣ вліяютъ на всѣ физическія явленія, и, наконецъ, какой-нибудь философъ, взгляды котораго показались бы большинству его современниковъ смѣлыми и легкомысленными, выступилъ бы съ утвержденіемъ, что въ прошломъ могло произойти измѣненіе средней температуры Вселенной и вмѣстѣ съ тѣмъ всѣхъ извѣстныхъ законовъ.

Не могли ли бы мы также сдѣлать нѣчто подобное? Напримѣръ, долгое время основные законы механики считались абсолютными. Въ настоящее время многіе физики утверждаютъ, что они должны быть измѣнены, или, лучше сказать, расширены, что они приблизительно вѣрны лишь для среднихъ скоростей, и что они теряютъ силу для скоростей, сравнимыхъ со скоростью свѣта; въ подкрѣпленіе своихъ воззрѣній они ссылаются на нѣкоторые опыты, произведенные при помощи радія. Тѣмъ не менѣе старые законы динамики фактически остаются вѣрными для окружающаго насъ міра. Нельзя ли, однако, съ нѣкоторой правдоподобностью утверждать, что въ силу постояннаго разсѣиванія энергіи скорости тѣлъ должны были стремиться убывать, такъ какъ ихъ живая сила стремилась превратиться въ теплоту, и что, восходя къ до-

статочно отдаленному прошлому, мы дошли бы до эпохи, когда скорости того же порядка, что и скорость свѣта, не были исключительными, такъ что классическіе законы динамики тогда уже не были вѣрны?

Допустимъ, съ другой стороны, что законы, открываемые наблюденіемъ, имѣютъ лишь характеръ равнодѣйствующихъ, которыя зависятъ одновременно отъ молекулярныхъ законовъ и расположенія молекулъ. Со временемъ, когда мы, благодаря развитію науки, постигнемъ эту зависимость, мы безсомнѣнно будемъ въ состояніи прійти къ выводу, что въ силу самыхъ молекулярныхъ законовъ расположеніе молекулъ въ прежнее время должно было быть не такимъ, какъ теперь, и, слѣдовательно, законы, открываемые наблюденіемъ не всегда были одинаковыми. Мы пришли бы къ заключенію объ измѣняемости законовъ, но,—замѣтимъ это хорошенько, — основаніемъ для такого заключенія служило бы не что иное, какъ принципъ ихъ неизмѣняемости! Мы утверждали бы, что видимые законы измѣнились, но мы дѣлали бы это лишь въ силу того, что молекулярные законы, которые мы отнынѣ разсматривали бы, какъ истинные законы, были бы признаны постоянными.

X.

Итакъ, нѣтъ ни одного закона, о которомъ мы могли бы сказать съ несомнѣнностью, что во всѣ

прошлыя времена онъ былъ бы вѣренъ съ той же степенью приближенія, какъ и въ настоящее время: болѣе того, мы не можемъ даже знать навѣрное, не будетъ ли когда-нибудь доказано, что онъ въ прошлыя времена вовсе не имѣлъ мѣста. Тѣмъ не менѣе, въ этомъ нѣтъ ничего такого, что мѣшало бы ученымъ сохранить свою вѣру въ принципъ постоянства, такъ какъ всегда, когда законъ понижается до степени временнаго закона, онъ замѣняется другимъ закономъ, болѣе общимъ и болѣе объемлющимъ: своимъ разжалованіемъ всякій законъ обязанъ именно воцаренію новаго закона, и, такимъ образомъ, не можетъ наступить междуцарствіе, и принципы остаются неприкосновенными; только для нихъ и совершаются перемѣны, и самые перевороты служатъ лишь блестящимъ подтвержденіемъ принциповъ.

Дѣло происходитъ не такъ, что измѣненія обнаруживаются изъ опыта или индукціи, и мы лишь потомъ стараемся ихъ объяснить, подводя ихъ во что бы то ни стало подъ болѣе или менѣе искусственный синтезъ. Нѣтъ, синтезъ идетъ прежде всего, и если мы приходимъ къ заключенію объ измѣненіи законовъ, то лишь для того, чтобы не нарушить синтеза.

XI.

Подобный синтезъ всегда возможенъ. Я позволю себѣ на одинъ моментъ воспользоваться языкомъ

математики. Предположимъ, что состоянiе Вселенной опредѣляется n параметрами $x_1, x_2, \ldots x_n$, если предположимъ, что законы этой Вселенной неизмѣняемы, то они выражаются дифференцiальными уравненiями вида:

$$\frac{dx_i}{dt} = \varphi_i (x_1, x_2, \ldots, x_n) \; (i=1, 2, \ldots n). \qquad (1)$$

Если же предположимъ, что эти законы претерпѣваютъ измѣненiе, то мы должны написать:

$$\frac{dx_i}{dt} = \varphi_i (x_1, x_2, \ldots, x_n, t) \qquad (2)$$

Дифференцируя первое изъ уравненiй системы (2), мы получимъ:

$$\frac{d^2x_1}{dt^2} = \Psi (x_1, x_2, \ldots, x_n, t), \qquad (3)$$

если подставимъ въ первой части вмѣсто производныхъ $\frac{dx_i}{dt}$ ихъ значенiя (2). Теперь исключимъ изъ уравненiй (2) и (3) перемѣнную t и положимъ

$$\frac{dx_1}{dt} = V_1:$$

мы получимъ $n+1$ уравненiй, которыя можно написать такъ:

$$\frac{dv_1}{dt'} = \xi (x_1, x_2, \ldots, x_n, v_1), \qquad (4)$$

$$\frac{dx}{dt} = \Theta_i (x_1, x_2, \ldots, x_n, v_1);$$

Въ эти уравненiя время не входитъ

явно. Слѣдовательно, они выражаютъ математическую систему неизмѣняемыхъ законовъ. Къ параметрамъ x, опредѣляющимъ состояніе міра, мнѣ достаточно было прибавить новый параметръ v. Это аналогично новому понятію температуры, введенному нами въ физику вымышленнаго міра, исторію, котораго мы представили себѣ выше.

Выборъ этого параметра допускаетъ широкую степень свободы; я выше произвелъ его нѣсколько грубымъ способомъ. Лучше было бы взять

$$v_1=\frac{dx_1}{dt}-\varphi_1\ (x_1{}'\ x_2,\ \ldots,\ x_n{}'\ 0);$$

наблюдатели, живущіе, около эпо $t=0$ и не знающіе еще объ измѣняемости законовъ, написали бы:

$$\frac{dx_i}{dt}=\varphi_i\ (x_1,\ x_2,\ \ldots,\ x_n{}'\ 0)$$

и полагали бы, что скорость v_1 равна нулю; впослѣдствіи болѣе точныя измѣренія показали бы имъ, что v_1 медленно измѣняется и что производныя $\frac{dx_i}{dt}$ зависятъ не только отъ параметровъ x, но и отъ медленно измѣняющагося параметра v_1; послѣдній, такимъ образомъ, играетъ ту же роль, какъ температура для жителей нашего фактивнаго міра.

XII.

Въ предыдущемъ изложенiи мы не задавали вопроса о томъ, измѣняются ли законы въ дѣйствительности, но спрашивали лишь, могутъ ли люди полагать, что законы измѣняются. Но являются ли неизмѣненными въ себѣ законы, если смотрѣть на нихъ, какъ существующiе внѣ разума, который создалъ ихъ или который наблюдаетъ ихъ? Такой вопросъ не только надо признать неразрѣшимымъ, но не имѣющимъ даже никакого смысла. Къ чему намъ задаваться вопросомъ, могутъ ли законы измѣняться съ временемъ въ мiрѣ вещей въ себѣ, если въ такомъ мiрѣ, можетъ быть, самое слово время лишено смысла? О томъ, что представляетъ собою этотъ мiръ, мы ничего не можемъ ни сказать, ни мыслить, но можемъ лишь говорить о томъ, чѣмъ этотъ мiръ кажется или могъ бы показаться уму, не слишкомъ отличному отъ нашего.

Вопросъ, поставленный въ такомъ видѣ, можетъ быть рѣшенъ. Представимъ себѣ два ума, сходные съ нашимъ и наблюдающiе Вселенную въ двѣ различныя эпохи, — напримѣръ, отдѣленныя другъ отъ друга миллiонами лѣтъ; каждый изъ нихъ построитъ науку, т.-е. систему законовъ, выведенныхъ изъ фактовъ, открываемыхъ наблюденiемъ. Вполнѣ возможно, что эти науки будутъ сильно отличаться одна отъ другой, и въ этомъ смыслѣ можно сказать, что законы эволюцiонпрованы. Но

сколько бы значительно ни было различіе, мы всегда можемъ вообразить умъ, который, какъ и первые два, имѣетъ ту же природу, что и нашъ, но гораздо бо́льшую силу, или надѣленъ гораздо бо́льшей долговѣчностью, чѣмъ мы; такой умъ будетъ въ состояніи произвести синтезъ и соединить въ одну единственную совершенно связную формулу двѣ отрывочныя и приближенныя формулы, полученныя нашими двумя эфемерными изслѣдователями за время ихъ короткой жизни. Для этого ума законы останутся неизмѣнными и наука будетъ непреложной, и лишь окажется, что ученые были не вполнѣ освѣдомлены.

Разъяснимъ это геометрическимъ сравненіемъ. Предположимъ, что измѣненія міра можно представить посредствомъ аналитической кривой. Каждый изъ насъ видитъ лишь очень малую дугу этой кривой. Если бы кто-либо обладалъ точнымъ знаніемъ кривой, то онъ могъ бы составить ея уравненіе и неограниченно продолжить ее. Но онъ не вполнѣ знаетъ эту дугу и можетъ ошибиться относительно уравненія кривой: если онъ попробуетъ продолжать кривую, то линія, которую онъ проведетъ, будетъ тѣмъ сильнѣе отклоняться отъ дѣйствительной кривой, чѣмъ меньше протяженіе извѣстной ему дуги и чѣмъ дальше онъ будетъ продолжать эту дугу. Другой же наблюдатель будетъ знать лишь другую дугу и притомъ лишь несовершеннымъ образомъ.

Если оба наблюдателя будутъ находиться на большомъ другъ отъ друга разстояніи, то эти два

продолженія, которыя они начертять, не сольются; но это вовсе не даетъ возможности заключить, что новый, болѣе дальнозоркій наблюдатель, который непосредственно видитъ болѣе длинную часть кривой, и, такимъ образомъ, охватываетъ своими глазами одновременно обѣ эти дуги, не будетъ въ состояніи написать болѣе правильное уравненіе и согласовать обѣ формулы; какъ бы странна ни была дѣйствительная кривая, всегда можно найти аналитическую кривую, которая на протяженіи произвольно заданной большой длины будетъ сколь угодно мало отклоняться отъ дѣйствительной кривой.

Многіе читатели, безсомнѣнно, будутъ возражать противъ того, что я, повидимому, замѣняю міръ системой простыхъ символовъ. Но я это сдѣлалъ не только лишь по профессіональной привычкѣ математика: къ этому меня вынуждаетъ и самая природа разсматриваемаго вопроса. Міръ собственно не имѣетъ законовъ; имѣть ихъ можетъ лишь болѣе или менѣе деформированная картина міра, созданная учеными. Когда говорятъ, что природа управляется законами, то подразумѣваютъ, что этотъ портретъ обладаетъ еще достаточной степенью сходства. О немъ, и только о немъ, мы можемъ размышлять безъ опасенія, что самая идея закона, составляющая предметъ нашего изученія, обратится въ ничто. Съ другой стороны, эта картина міра можетъ быть разобрана: можно разбить ее на элементы, различить среди нихъ моменты, внѣшніе

другъ относительно друга, и независимыя части. Если я иногда эти элементы слишкомъ упрощалъ и сводилъ ихъ къ слишкомъ малому числу, то это только представляютъ собою вопросъ степени; это не передѣлываетъ, ни природы, ни значенія моихъ соображеній, и лишь дѣлаетъ изложеніе болѣе сжатымъ.

Отдѣлъ научный и научно-общественный.

Проф. МАКСЪ ФЕРВОРНЪ.

Томъ I. **ОБЩАЯ ФИЗІОЛОГІЯ.** Основы ученія о жизни. Выпускъ первый. Ц. 2 р. 50 к. въ перепл. 3 р.

Томъ II. **ОБЩАЯ ФИЗІОЛОГІЯ.** Выпускъ второй. Ц. 3 р. въ переплетѣ 3 р. 50.

Томъ III. **ОБЩАЯ ФИЗІОЛОГІЯ.** Выпускъ третій. Ц. 1 р. 75 к.

„Внимательно прочитавшій „Общую физіологію" читатель обогатитъ себя громаднымъ запасомъ фактическихъ знаній, которыя будутъ восприняты постепенно, безъ особаго труда, несмотря на то, что многіе затронутые вопросы весьма сложны". (Изъ предисл. проф. Г. А. Кожевникова).

Томъ IV. **РѢЧИ И СТАТЬИ.**

Содержаніе: Предисловіе. Естествознаніе и міросозерцаніе. Принципіальные вопросы въ естествознаніи. Механика душевной жизни. Вопросъ о границахъ познанія. Проблемы жизни. Задачи физіологическаго преподаванія. 328 стр. Ц. 2 рубля.

Проф. В. ОСТВАЛЬДЪ. Насущная потребность в. I. Ц. 1 р. 25 к.
Проф. ЭРНСТЪ МАХЪ! Принципъ сохраненія энергія. Ц. 30 к.
Проф. З. ФРЕЙДЪ. Психопатологія обыденной жизни. Ц. 1 р.
ЕГО ЖЕ. Толкованія сновидѣній. Ц. 3 р.
ЕГО ЖЕ. Леонардо да Винче Ц. 50 к.
Д-ръ ВИГУРУ. Психическая зараза. Ц. 1 р.
Д-ръ Н. КОТИКЪ. Непосредственная передача мыслей 2-ое изд. Ц. 1 р. 25 к.
Д-ръ КАРЛЪ АБРАГАМЪ. Сонъ и Мифъ. Ц. 60 к.
Д-ръ ЛЕВЕНФЕЛЬДЪ. Сексуальныя проблемы. Ц. 2 р.
ЕГО ЖЕ. Гипнотизмъ. Ц. 2 р.
Д-ръ РОБЕРТЪ МИЛЛЕРЪ. Сексуальная біологія. Ц. 2 р. 50 к.
Проф. ГЕРТВИГЪ Учебникъ зоологіи. 2 тома. Ц. 3 р. 50 к.
Проф. БОАСЪ. Діогностика и терапія желудочныхъ болѣзней. т. I. Ц. 2 р. 50 к. (т. II. печатается).
Проф. ЭРЛИХЪ И ХАТА. Экспериментальная химотерапія. Ц. 1 р. 50 к.
Д-ръ А. ЗАБЛУДОВСКІЙ. Краткій учебникъ частной хирургіи. Ц. 2 р. 50 к.
Д-ръ ГЕЙТЛЕРЪ. Электро-магнитныя колебанія и волны Ц. 1 р. 25 к.
Д-ръ ЦОЛЬШАМЪ. Рассовыя проблемы. Ц. 3 р.
Д-ръ РАБОВЪ. Рецептура и фармакопея. 3-е изд. Ц. 1 р.
И. РЕМСЕНЪ. Неорганическая химія.